



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA  
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA - A. DALLA VERDE - M. SEMENZA - G. SOMEDA

DIREZIONE: DIRETTORE: A. BARBAGELATA - CONDIRETTORE E REDATTORE CAPO: R. SAN NICOLÒ

COMITATO DI REDAZIONE: A. M. ANGELINI - F. BAROZZI - E. GATTI - R. SARTORI - G. SILVA

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I. - MILANO - VIA SAN PAOLO, 10 - TEL. 794-794 e 798-897 - C/C POSTALE 3/1189

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI. - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI. - GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A.E.I. - I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO.

AI SOCI DELL'A.E.I. UN ABBONAMENTO GRATIS. - SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE: GRUPPO 3. - PUBBLICAZIONE MENSILE

## SOMMARIO

### PARTE PRIMA

#### Articoli:

Costituzione ed impiego degli amplificatori rotanti (A. VALLINI) . . . . .	Pag. 202
Un generatore di funzioni di due variabili a diodi (M. PETTERNELLA - A. RUBERTI) . . . . .	» 213
Elementi di progetto della linea di contatto filoviarie (S. PAPPALARDO) . . . . .	» 222
Motori primi idraulici nell'anno 1959 (M. MEDICI) . . . . .	» 230

#### Rubriche varie:

Notizie e Informazioni . . . . .	Pag. 239
Libri e Pubblicazioni . . . . .	» 242
Dalle Riviste . . . . .	» 245

#### Notizie dell'Associazione:

Notizie delle Sezioni: Sezione Adriatica, Sezione di Genova, Sezione di Napoli . . . . .	» 252
Comitato Elettrotecnico Italiano . . . . .	» 253
Necrologio Dr. ing. Vincenzo Bifulco - Dr. ing. Giacomo Musso . . . . .	» 259
Attività delle Sezioni . . . . .	» 260

### PARTE SECONDA

Sunti e Sommari . . . . .	Pag. 33D
---------------------------	----------

## Presentazione delle Memorie per la LXI Riunione Annuale

Ricordiamo ancora una volta agli Autori i quali hanno annunciato la presentazione di memorie, che il termine per la consegna dei manoscritti è fissato al **30 aprile 1960** e non potrà essere prorogato: e ciò indipendentemente dalla buona volontà della Redazione ma unicamente per la impossibilità materiale di comporre e distribuire prima della Riunione le memorie che arrivassero in ritardo.

## Amplificatori ruotanti

La moderna tecnica della regolazione e della automazione è largamente basata sull'impiego di servomeccanismi e di amplificatori che permettono, coll'impiego di piccole potenze di controllo, di arrivare a disporre di potenze molto maggiori per le operazioni di comando e di regolazione. Alla crescente richiesta di dispositivi di amplificazione ha corrisposto come sempre avviene, un intensificarsi degli studi e delle ricerche al riguardo col risultato che si sono andati creando e perfezionando nuovi tipi di amplificatori per rispondere alle svariate esigenze.

La tecnica dell'amplificazione, già ristretta quasi esclusivamente al campo delle telecomunicazioni, si è quindi oramai largamente diffusa anche in quello delle così dette correnti forti e nelle applicazioni industriali più diffuse, usufruendo anche dei più recenti progressi della elettronica come nel caso degli amplificatori a transistor.

È però possibile realizzare, per gli scopi industriali, amplificatori di potenza restando nel campo classico delle macchine ruotanti. Si ottengono allora appunto i così detti amplificatori ruotanti alcuni dei quali trovano in pratica larghissime e importanti applicazioni.

Di questo argomento si occupa oggi diffusamente sul giornale A. VALLINI che esamina i vari tipi di amplificatori ruotanti mettendone in rilievo, la forma semplice e intuitiva, le caratteristiche di struttura e di funzionamento e illustrando le applicazioni. Si ha così un quadro completo e sintetico di questo campo della tecnica.

## Generatore di funzioni

Le calcolatrici analogiche entrate ormai così trionfalmente nella tecnica hanno permesso di ottenere risultati che sarebbero stati in molti casi addirittura impensabili e costituiscono ormai un ausilio assolutamente prezioso e, spesso, insostituibile per risolvere una quantità di problemi.

Ma d'altra parte le calcolatrici stesse fanno nascere e impongono una folla di problemi costruttivi, di struttura e di progetto intorno ai quali la genialità degli studiosi e dei costruttori non cessa di esercitarsi onde allargare sempre più il loro campo di applicazione e perfezionarne il funzionamento.

La tecnica moderna è sempre più esigente e richiede la risoluzione di espressioni matematiche sempre più complicate. Uno dei procedimenti usati a tale scopo si basa sull'uso di generatori di una variabile che trovano utile impiego in molti casi.

Nemmeno questi tuttavia bastano e per affrontare certi problemi si presenta la necessità di ricorrere a generatori di due variabili indipendenti.

Di questi si occupano oggi M. PETTERNELLA e A. RUBERTI i quali, esposti i metodi finora proposti per realizzare generatori di due variabili facendo uso di diodi, descrivono un nuovo tipo di dispositivo del genere basato sulla generazione delle variabili mediante reti passive e sulla loro selezione mediante diodi: ne espongono i fondamenti teorici e la realizzazione costruttiva.

## Linee di controllo filoviarie

Lo studio della linea di contatto per una filovia specialmente urbana presenta aspetti e problemi che si differenziano da quelli di una linea di contatto ferroviario. Le esigenze a cui si deve soddisfare sono molteplici sia riguardo alle necessità delle strade urbane sia riguardo alle caratteristiche particolari dei veicoli filoviarie. La soluzione ottima non può essere che un compromesso fra le varie esigenze tecniche tenendo naturalmente presenti, d'altro canto, le esigenze economiche.

Nell'articolo che oggi pubblichiamo, l'argomento è discusso da S. PAPPALARDO nei suoi vari aspetti con criteri pratici e applicativi.

## Progressi nei motori primi idraulici

La serie di articoli sui progressi che si vanno verificando di anno in anno nei vari campi della tecnica costituisce un continuo aggiornamento che riesce senza dubbio interessante per tutti i tecnici e la Redazione è grata agli Autori che si sobbarcano al non facile compito di compilare questi rapporti.

Oggi è la volta dei motori primi idraulici sui quali M. MEDICI riferisce largamente con riguardo alla tecnica mondiale ma, in particolare, a quella italiana.

LA REDAZIONE



# COSTITUZIONE ED IMPIEGO DEGLI AMPLIFICATORI ROTANTI

ALFREDO VALLINI (\*)

Si prendono in considerazione i più noti e più semplici tipi di generatori a corrente continua, utilizzati quali amplificatori di potenza nei moderni impianti di regolazione automatica e di servomeccanismi, denominati in tal caso «amplificatori rotanti». Si svolge una descrizione di carattere illustrativo, esente da laboriosi sviluppi analitici, accessibile quindi anche al lettore meno esperto negli algoritmi matematici. Alla descrizione dei vari tipi di amplificatori rotanti fanno seguito esempi di applicazione degli stessi nella moderna automazione ed un'appendice di carattere matematico elementare.

## I. - AMPLIFICAZIONE DI POTENZA MEDIANTE MACCHINE ELETTRICHE.

Nei moderni impianti elettrici di regolazione automatica e di servomeccanismi è necessario attuare l'amplificazione di grandezze elettriche (tensioni o correnti) o, più in generale, di potenze elettriche (prodotto di tensioni per correnti), in modo che ad una piccola «potenza di controllo» corrisponda una rilevante «potenza di uscita»; tali denominazioni, ormai di uso corrente, per le potenze in gioco, saranno chiarite praticamente nei paragrafi riguardanti la costituzione dei vari tipi di amplificatori rotanti e le loro pratiche applicazioni (1).

Oltre a soddisfare all'incremento di potenza elettrica, il dispositivo usato come amplificatore deve presentare altre caratteristiche essenziali. In generale i requisiti fondamentali richiesti ad un amplificatore sono quattro:

- a) un'elevata amplificazione statica di potenza;
- β) un'elevata rapidità di risposta, cioè un minimo ritardo, nel tempo, fra un'arbitraria variazione del segnale di controllo e la corrispondente variazione del segnale di uscita;
- γ) un'amplificazione «fedele» cioè l'amplificazione non deve dare luogo a distorsione delle grandezze elettriche di uscita relativamente a quelle di entrata;
- δ) una notevole stabilità di fronte alle variazioni brusche (in funzione di tempo) delle grandezze in gioco, per evitare l'innescarsi ed il persistere di oscillazioni pendolari.

Gli amplificatori, più diffusi modernamente, appartengono alle quattro categorie:

- I) amplificatori elettronici ed ionici;
- II) amplificatori rotanti;
- III) amplificatori magnetici;
- IV) amplificatori a semiconduttori (transistori).

(\*) Prof. Ing. ALFREDO VALLINI, ordinario presso l'Accademia Navale di Livorno ed incaricato presso l'Università di Pisa.  
(1) Si è preferito adottare la denominazione «potenza di controllo», anziché «potenza di entrata» per indicare la potenza che entra nell'amplificatore, in vista di una più completa comprensione dello schema di un impianto di servomeccanismo o di regolazione automatica. Infatti dallo schema «a blocchi», che è riportato in seguito (fig. 12), risulta chiaramente che è la «potenza di controllo» quella che dipende dal «segnale errore» ed eccita il controller, di cui fa parte l'amplificatore di potenza; mentre nello stesso schema a blocchi la «potenza di entrata» (talvolta, solo tensione o solo corrente) costituisce il riferimento, avente valore costante se trattasi di regolazione automatica, oppure un valore arbitrariamente variabile se trattasi di servomeccanismo.

Gli amplificatori elettronici ed ionici, che usano rispettivamente tubi a vuoto e tubi a gas rarefatto (ad esempio vapore di mercurio) sono noti già da tempo ed impiegati normalmente in circuiti di telecomunicazione: tali amplificatori con il diffondersi della regolazione automatica, vengono impiegati diffusamente nei relativi impianti, sia come soluzione integrale, sia come soluzione mista in unione alle categorie II) e III) sopra nominate.

Gli amplificatori magnetici hanno preso notevole sviluppo negli anni dell'immediato dopoguerra, sia in seguito all'approfondimento di studi già effettuati da tempo, sia per il perfezionamento nella costruzione dei lamierini ferromagnetici e dei raddrizzatori a secco.

Gli amplificatori a semiconduttori (transistor) rappresentano l'ultima attuazione della scienza e della tecnica moderna: essi hanno ormai superato la fase sperimentale e di laboratorio e fra breve certamente entreranno nella corrente pratica industriale e porteranno a notevoli progressi nel campo dell'amplificazione mediante dispositivi statici.

Degli amplificatori rotanti sarà trattato diffusamente nel seguito, illustrando soprattutto la loro struttura elettromeccanica.

Prima di entrare nel vivo dell'argomento riportiamo una tabella illustrativa (2), in cui viene operato un paragone fra le prime tre categorie di amplificatori (elettronici, rotanti, magnetici):

TABELLA I. - Prestazioni comparative dei tre tipi di amplificatori: elettronici, rotanti, magnetici (la prestazione più alta è rappresentata dal numero «1», quella media dal «2», la più bassa dal «3»).

Tipo di prestazione	Elettronico	Rotante	Magnetico
Rapidità di risposta . . . . .	1	3	2
Potenza di controllo, con amplificazione massima . . . . .	1	3	2
Potenza di uscita . . . . .	2	1	3
Attitudine ad invertire il segno della potenza . . . . .	2	1	2
Flessibilità di applicazioni e progettazione . . . . .	1	2	1
Semplicità, sicurezza di funzionamento e manutenzione . . . . .	3	2	1

Mancano ancora dati certi sugli amplificatori a semiconduttori, ma si ritiene che essi saranno ottimi sotto tutti gli aspetti.

Per un determinato amplificatore il grande aumento della «potenza di uscita» rispetto alla «potenza di controllo» è reso possibile dall'immissione di potenza dall'esterno nell'amplificatore stesso. Tale potenza è data precisamente dalla:

(2) Tale tabella è stata tratta dall'articolo di J. P. MONTGOMERY: A comparison of rotating, electronic, and magnetic amplifier regulators («Electrical Engineering», 75, 4, aprile 1956, pag. 359).



— potenza elettrica delle batterie di alimentazione (o dispositivi alimentatori) nel caso degli amplificatori elettronici ed a semiconduttori;

— potenza meccanica del motore di trascinamento, nel caso degli amplificatori rotanti;

— potenza elettrica della rete a corrente alternata di alimentazione, nel caso degli amplificatori magnetici.

In pratica, come in tutti i dispositivi che trasformano potenze di vario genere, non tutta la potenza immessa nell'amplificatore va ad incrementare la « potenza di controllo »: una parte, che deve sopprimere alle perdite interne dell'amplificatore stesso, si ritrova in esso sotto forma di potenza termica.

Passando a trattare specificatamente degli *amplificatori rotanti*, si precisa che a tale categoria appartengono particolari tipi di macchine generatrici di corrente continua, tutte (per i tipi più diffusi) provviste di uno o più collettori-commutatori a lamelle.

Gli amplificatori rotanti sono quindi amplificatori di « potenza di controllo » a corrente continua in « potenza di uscita », pure a corrente continua; quando un amplificatore rotante funziona staticamente in corrente continua, il rapporto fra la potenza di uscita e quella di controllo, si definisce *amplificazione statica*.

Un amplificatore rotante è normalmente trascinato in rotazione dal motore primo di traino, a velocità costante.

Una *normale dinamo* ad eccitazione separata (fig. 1) costituisce già un rudimentale tipo di amplificatore rotante: essa tuttavia può migliorare il suo funzionamento, in questo specifico servizio, qualora si proceda ad una sua particolare progettazione elettromeccanica, in vista dei quattro fondamentali requisiti sopra dichiarati, richiesti ad un buon amplificatore.

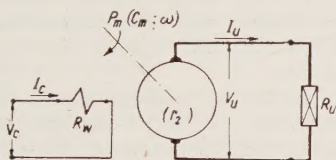


Fig. 1. — Dinamo ad eccitazione separata, quale amplificatore rotante ad uno stadio.

Per aumentare l'amplificazione statica di una dinamo (requisito  $\alpha$ ), come è mostrato nella semplice trattazione analitica riportata in Appendice I (formula (7)), occorre:

a) avere una caratteristica di eccitazione molto ripida: ciò si ottiene con un coefficiente «  $\omega K$  » elevato (per il significato di tale coefficiente si veda l'Appendice I). Un alto valore di tale coefficiente si raggiunge sia con la riduzione del traferro (bassa riluttanza  $R$  del circuito magnetico della macchina) sia con l'adozione di materiali ferromagnetici ad alta permeabilità e sfruttati nel tratto rettilineo della caratteristica di magnetizzazione;

b) avere un'elevata velocità di rotazione dell'indotto; difatti l'amplificazione di potenza nella dinamo, considerata come amplificatore ad uno stadio, è proporzionale al quadrato della velocità angolare di rotazione ( $\omega^2$ );

c) aumentare, a parità di velocità angolare e di flusso nel traferro, le amperspire rotoriche, naturalmente compensandole affinché la reazione d'indotto non indebolisca le amperspire di controllo. L'aumento suddetto porta ad incrementare la corrente di uscita (a pari tensione) e quindi la potenza di uscita;

d) ridurre i valori delle resistenze di eccitazione, e di armatura, adoperando sezioni abbondanti di conduttori; ciò dovrà essere attuato solo parzialmente, in vista anche di esigenze antitetiche richieste dal requisito  $\beta$ ).

Come è stato ora illustrato in merito all'amplificazione statica, si potrebbe mostrare ricorrendo a trattazioni

analitiche più complesse di quelle svolte in Appendice, che per adattare la dinamo ai requisiti  $\beta$ )  $\gamma$ )  $\delta$ ) necessari ad un buon amplificatore, occorrono altri accorgimenti costruttivi; qualcuno fra essi porta a modificare le deduzioni tendenti all'aumento dell'amplificazione statica.

Riportiamo direttamente le conclusioni principali di un esame più approfondito della questione:

— per il requisito  $\beta$ ): un'elevata rapidità di risposta si ottiene mediante basse costanti di tempo ( $^3$ ) dei circuiti di macchina, principalmente del circuito di controllo o di eccitazione (ciò che contrasta con la deduzione  $d$ ): inoltre il circuito magnetico statorico (oltre che rotorico) deve essere finemente laminato per evitare l'effetto smorzante e ritardante delle correnti di Foucault durante i cambiamenti di regime;

— per il requisito  $\gamma$ ): un'amplificazione fedele si ottiene con assenza di saturazione nel materiale ferromagnetico e di riscaldamento eccessivo nel materiale elettrico: perciò la macchina deve lavorare con bassi valori di induzione magnetica e di densità di corrente nei conduttori e quindi essa risulta sovradimensionata nel ferro e nel rame rispetto alle macchine normali di pari potenza;

— per il requisito  $\delta$ ): nella dinamo semplice, che in effetti costituisce un amplificatore ad uno stadio, con due sole costanti di tempo principali (statorica e rotorica) non esiste pericolo di oscillazioni pendolari.

Tale pericolo sorgerà negli amplificatori a due o più stadi, in cui possono essere presenti più di due costanti di tempo di valore eccessivamente alto ( $^4$ ).

Un sensibile miglioramento del funzionamento di una dinamo, usata quale amplificatore, si ottiene aggiungendo un secondo avvolgimento di eccitazione (oltre all'avvolgimento ad eccitazione separata) percorso dalla corrente di uscita ( $I_u$ ) oppure sottoposto alla tensione di uscita ( $V_u$ ). Si viene così ad introdurre una « reazione di corrente » nel primo caso, una « reazione di tensione » nel secondo caso: l'effetto dell'avvolgimento aggiunto viene denominato « reazione » perchè sono i parametri della potenza di uscita ( $I_u \times V_u$ ) che nell'un caso o nell'altro reagiscono direttamente sull'eccitazione separata della macchina, come viene illustrato nell'esempio che segue (relativo alla dinamo Krämer).

Si dice inoltre che esiste « reazione positiva » quando il flusso dell'avvolgimento di reazione è concomitante con il flusso indipendente; in caso contrario si ha « reazione negativa ».

Lo studio approfondito dell'effetto della reazione di una determinata natura per una dinamo semplice, porta alla seguente conclusione: mediante la introduzione di una reazione appropriata possono essere variate, nel senso desiderato, sia l'amplificazione statica sia la costante di tempo, ciò che equivale a variare l'*amplificazione dinamica* definita come rapporto fra l'amplificazione statica e la costante di tempo.

In generale, per attuare un buon amplificatore, si cerca di rendere massima l'amplificazione dinamica.

La dinamo « Krämer » (ideata nel 1909 ed oggi caduta in disuso) costituisce un esempio tipico di una generatrice di corrente continua, adattata, mediante introduzioni di circuiti di reazione, allo scopo di ottenere in uscita una corrente regolata ad un valore costante: il suo schema è riportato in fig. 2 e sono visibili, oltre all'avvolgimento ad eccitazione separata, due avvolgimenti di reazione, l'uno in derivazione con reazione posi-

( $^3$ ) Si ricorda che la definizione di *costante di tempo*, in circuiti composti di resistenza  $R$  ed autoinduzione  $L$ , fra loro in serie (caso a cui possono ridursi i circuiti elettrici che si incontrano negli amplificatori rotanti) è data dal rapporto  $L/R$ , che si misura in secondi, qualora  $L$  sia misurata in Henry ed  $R$  in ohm.

( $^4$ ) Tali costanti di tempo nel magnavolt, che è il primo amplificatore rotante che sarà descritto, sono in numero di quattro: due per i due circuiti induttori (I e II stadio) avvolti sullo statore e due per i due circuiti indotti, avvolti sullo stesso rotore, ma facenti capo a due distinti collettori.



tiva di tensione ( $\Phi_v$ ), l'altro in serie con il carico con reazione negativa di corrente ( $\Phi_i$ ).

## II. - I PIÙ NOTI TIPI DI AMPLIFICATORI ROTANTI.

Allo scopo di esaltare al massimo i quattro requisiti fondamentali richiesti per la costruzione di un buon amplificatore rotante (da inserirsi nella catena di un servomeccanismo o di un impianto di regolazione automatica), sono state studiate particolari macchine a corrente continua: esse sono state messe a punto nella loro parte essenziale durante o subito dopo l'ultima guerra, anche se in seguito è stata loro apportata qualche lieve variante.

Questi moderni amplificatori rotanti possono essere classificati in più maniere partendo da vari punti di vista. Una classificazione razionale è, ad esempio, quella basata prima sul numero di stadi di amplificazione, di cui un amplificatore si compone, poi sul tipo di reazione attuata nell'amplificatore stesso, cioè se trattasi di reazione di corrente (positiva, nulla o negativa) oppure di reazione di tensione (positiva, nulla o negativa).

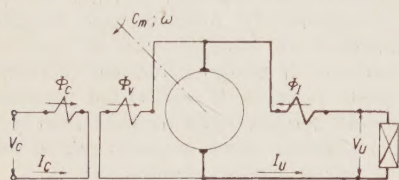


Fig. 2. — Dinamo Krämer, esempio di dinamo provvista di avvolgimenti di reazione positiva di tensione ( $\Phi_v$ ) e di reazione negativa di corrente ( $\Phi_i$ ) oltre che di avvolgimento ad eccitazione separata ( $\Phi_e$ ).

Dato il carattere illustrativo della presente memoria, si preferisce adottare per i più noti e moderni tipi di amplificatori rotanti la seguente classificazione, che si presenta a nostro avviso più semplice, anche se scientificamente meno rigorosa dell'altra ora menzionata:

- A) macchine a due collettori con un unico indotto;
- B) macchine a magnetizzazione simultanea statorica e rotorica;

- C) macchine a circuito di eccitazione accordato.

Si tralascia di parlare della dinamo ad eccitazione separata (ritenendo sufficiente il cenno fatto sopra) e del raggruppamento di due dinamo ad eccitazione separata, fra loro in cascata.

### II-A) Macchine a due collettori con un unico indotto.

A tale categoria appartiene il *Magnavolt R. R.* (Rapid Response) costruito dalla ditta inglese English Electric Co. La traduzione letterale è « amplificatore di tensione a risposta rapida »; in realtà trattasi di un amplificatore di potenza a due stadi di amplificazione.

Esso è formato, nella versione più comune, da una macchina a corrente continua avente uno statore (induttore) con quattro espansioni polari ed un unico rotore (indotto).

La sua configurazione magnetica è quindi del tutto simile a quella di una normale dinamo. Per la parte elettrica invece ne differisce notevolmente, poichè il Magnavolt porta due avvolgimenti induttori separati e due avvolgimenti di indotto anch'essi completamente separati: questi ultimi sono posti nelle stesse scanalature, ma l'uno è avvolto per due poli e fa capo ad un primo collettore e l'altro per quattro poli e fa capo ad un secondo collettore, situato per comodità di costruzione dalla parte opposta al primo, rispetto al pacco lamiera.

Trattasi, come per tutti gli amplificatori a due stadi, di due macchine compenstrate in una, tanto che per la sua completa comprensione, è conveniente raffigurare separatamente le due macchine elementari, costituenti il primo ed il secondo stadio del Magnavolt: le figure 3 a

e 3 b rappresentano rispettivamente il suo schema elettrico e la sua struttura magnetica.

Nel primo stadio di amplificazione, la « potenza di controllo » ( $V_c \times I_c$ ) provoca la magnetizzazione dell'av-

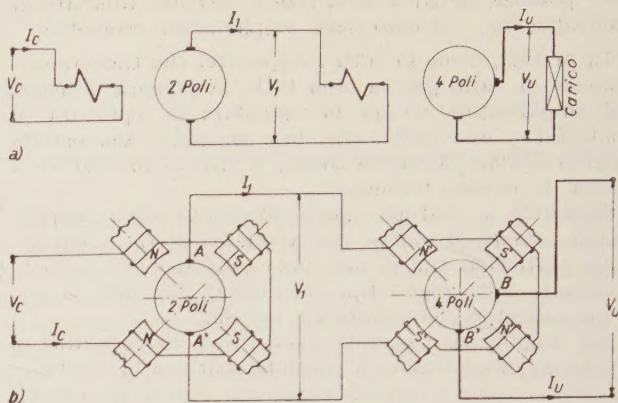


Fig. 3.

a) Schema elettrico convenzionale del «Magnavolt R.R.».

b) Schema magnetico convenzionale del «Magnavolt R.R.», con avvolgimenti di eccitazione del I Stadio (polarità N-N-S-S) e del II Stadio (polarità N'-S'-N'-S').

volgimento bipolare di eccitazione e vengono prodotte, sulle quattro espansioni polari, due sole polarità magnetiche risultanti (successioni N—N—S—S). L'avvolgimento di indotto a due poli (ed esso solo) è sensibile a tale magnetizzazione e diviene sede di una « potenza intermedia » ( $V_1 \times I_1$ ), erogata dalle spazzole A ed A' del proprio collettore verso l'avvolgimento statorico di eccitazione a quattro poli; questo serve all'eccitazione del secondo stadio.

Il secondo stadio di amplificazione, eccitato dalla « potenza intermedia »  $V_1 \times I_1$  è soggetto ad una magnetizzazione tetrapolare (successione N'—S'—N'—S'): tali polarità inducono nel secondo avvolgimento tipo ondulato tetrapolare di indotto (ed in esso solo) una tensione  $V_u$ , raccolta dalle spazzole B e B' del proprio collettore. Qualora tali spazzole siano chiuse su un carico esterno, esse erogano la « potenza di uscita » ( $V_u \times I_u$ ).

La fig. 4 rappresenta una sezione trasversale schematica del Magnavolt R. R., con spazzole poste in posizione teorica, ognuna sul proprio collettore.

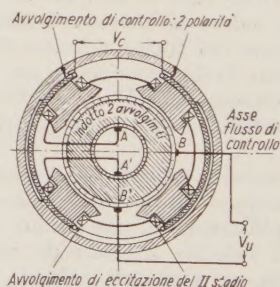


Fig. 4. — Raffigurazione completa del Magnavolt R.R. (con collettori in posizione fittizia, per comodità di rappresentazione).

Dal lato elettrico le due macchine « elementari » non si influenzano reciprocamente. Ogni avvolgimento d'indotto è sensibile solo alla propria eccitazione, come si comprende considerando i fattori di avvolgimento relativi ai due singoli avvolgimenti di indotto, e pertanto non è necessaria la presenza di alcun avvolgimento



compensatore (contrariamente a quanto accade negli altri amplificatori rotanti a due stadi).

Dal lato magnetico invece la magnetizzazione bipolare provoca uno squilibrio sulla magnetizzazione tetrapolare: in fig. 3 b la magnetizzazione è incrementata sui poli superiori  $N'$  ed  $S'$ , mentre è decrementata sui poli inferiori  $N''$  ed  $S''$ , rispetto al caso di magnetizzazione nulla del primo stadio. Tale squilibrio magnetico è tuttavia molto ridotto, dato il basso valore delle amperspire di eccitazione del primo stadio in confronto a quelle del secondo stadio.

L'attitudine ad amplificare staticamente la potenza di controllo può essere verificata in maniera analoga a quanto già mostrato per una dinamo semplice ad eccitazione indipendente: infatti trattasi di ripetere il ragionamento effettuato anche per il secondo stadio del Magnavolt R. R., costituito elettricamente, in effetti, nel suo insieme da due dinamo in cascata.

Lo scopo di adottare il Magnavolt e gli altri amplificatori rotanti speciali invece di una dinamo o di un raggruppamento di due dinamo in cascata è di ottenere un sistema fedele a più rapida risposta e con peso ed ingombro minori.

## II-B) Macchine a magnetizzazione simultanea statorica e rotorica.

A questa categoria di amplificatori rotanti appartengono la *amplidina* ed il *magnicon*: l'amplidina è costruita dalla General Electric Co. in America e dalla Compagnia Generale di Eletticità in Italia, il magnicon è costruito dalla Ditta Mac. Farlane Eng. Co. in Inghilterra.

Ambedue le macchine sono amplificatori di potenza a due stadi di amplificazione. Esse presentano, oltre alla consueta magnetizzazione statorica, ottenuta mediante avvolgimenti di eccitazione abbraccianti espansioni polari fisse, anche una magnetizzazione rotorica, derivante dalle amperspire rotoriche.

Tale tipo di magnetizzazione è caratteristico di tutta la classe di macchine denominate «metadinamo», studiate sistematicamente ed inquadrare da G. M. Pestarini: sia l'amplidina sia il magnicon appartengono alla classe della metadinamo.

La magnetizzazione rotorica deriva dalle seguenti considerazioni elementari: se in un indotto bipolare per macchina a corrente continua ruotante in aria a velocità costante ( $\omega$ ), si invia (fig. 5 a) dall'esterno una corrente  $I_1$  attraverso le spazzole primarie A e C, viene a stabilirsi un flusso  $\Phi_1$  (nelle dinamo, denominato: «di reazione di indotto»).

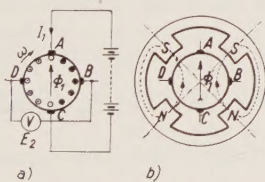


Fig. 5.

- a) Illustrazione del principio della magnetizzazione rotorica; il flusso rotorico  $\Phi_1$  ha effetto magnetizzante sulle spazzole B, D.  
b) Schema del circuito magnetico in cui si sviluppano le linee del flusso  $\Phi_1$ .

Il flusso  $\Phi_1$  risulta proporzionale ad  $I_1$  in assenza di saturazione magnetica. Tale flusso ha inoltre come direzione media la retta congiungente le due spazzole A e C; il suo senso è quello indicato in figura, nell'ipotesi di avvolgimento embricato destrorso e ruotante verso destra.

Fra due spazzole (secondarie) B e D, disposte sullo stesso collettore in direzione ortogonale alle prime due, sarà possibile raccogliere in virtù di tale flusso  $\Phi_1$  una

f.e.m.  $E_2 = \omega K I_1$ , anche in assenza di statore: siamo così di fronte ad una pura magnetizzazione rotorica.

Allo scopo di diminuire la riluttanza del circuito magnetico, in cui si svolgono le linee di  $\Phi_1$ , l'indotto rotante è circondato da uno statore di materiale ferromagnetico: esso non può essere costituito da un anello continuo a traferro piccolo e costante, poichè ciò non renderebbe possibile la commutazione in corrispondenza alle relative zone.

Nelle zone di commutazione quindi il traferro deve essere aumentato notevolmente: in tali zone inoltre si installano dei poli ausiliari, non disegnati in figura, e si perviene, per la macchina ad un ciclo, alla creazione di quattro segmenti polari (fig. 5 b): sui segmenti polari così formati possono, a seconda del tipo di macchina, trovare posto con varie polarità magnetiche avvolgimenti statorici ad eccitazione indipendente, o percorsi

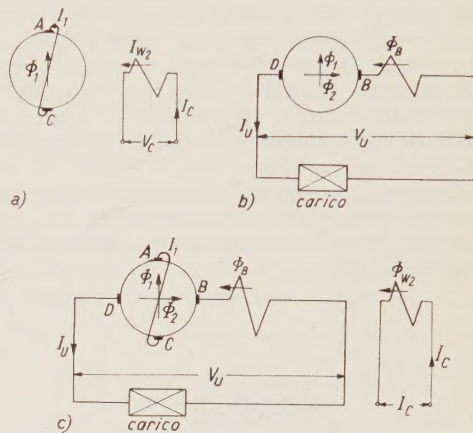


Fig. 6.

- a) Schema elettrico del I Stadio di amplificazione di un'amplidina:  $\Phi_{w2}$  rappresenta il flusso di controllo,  $\Phi_1$  il flusso rotorico primario.  
b) Schema elettrico del II Stadio di amplificazione di un'amplidina:  $\Phi_2$  rappresenta il flusso rotorico secondario,  $\Phi\beta$  il flusso compensatore ( $\Phi_2 + \Phi\beta = 0$ ).  
c) Schema elettrico generale di un'amplidina.

dalle correnti che fanno capo alle spazzole (avvolgimenti di «reazione») o entrambi.

È normale il caso, in cui due segmenti polari adiacenti abbiano la stessa polarità magnetica: ad esempio nella macchina ad un ciclo, rappresentata in fig. 5 b sono prodotti dalla sola magnetizzazione rotorica, derivante dal flusso  $\Phi_1$ , due poli Nord contigui inferiormente e due poli Sud contigui superiormente.

Le stesse polarità possono essere ottenute in virtù della magnetizzazione data da soli avvolgimenti statorici. Nel caso che siano presenti gli avvolgimenti statorici eccitatori e l'indotto sia percorso da corrente, la magnetizzazione della macchina sarà simultaneamente statorica e rotorica: la polarità magnetica di un determinato segmento polare dipenderà dall'azione combinata delle due magnetizzazioni.

## L'Amplidina.

L'amplidina (in inglese «amplidyne», abbreviazione di «amplifier metadyne») nella sua versione più comune ad un ciclo, è costituita da una macchina a corrente continua appartenente alla classe delle metadinamo. Essa possiede un unico avvolgimento indotto bipolare, facente capo ad un unico collettore, su cui appoggiano quattro spazzole: lo statore interamente laminato porta quattro espansioni polari, su cui sono avvolti con varia polarità magnetica, due o più distinti avvolgimenti statorici.

Poichè la macchina si comporta come un amplificatore a due stadi il suo schema elettrico può essere rappresentato mediante la scissione della macchina reale in due



macchine elementari (fig. 6 a e fig. 6 b): la fig. 6 c riporta inoltre lo schema completo dell'intera macchina.

Nel primo stadio di amplificazione la «potenza di controllo» ( $V_c \times I_c$ ) immessa nell'avvolgimento statorico di controllo, denominato talvolta variatore secondario, provoca una magnetizzazione statorica risultante ( $\Phi_{W2}$ ) secondo l'asse secondario allineato alle spazzole B e D. In conseguenza di ciò si può raccogliere fra le spazzole A e C cortocircuitate una «potenza intermedia» ( $E_1 \times I_1$ ), caratterizzata da un alto valore di  $I_1$ , dato il basso valore della resistenza interna ( $r_1$ ); nasce così un rilevante flusso rotorico  $\Phi_1$ , secondo l'asse primario, allineato alle spazzole A e C.

Il secondo stadio di amplificazione ha luogo in virtù del flusso rotorico  $\Phi_1$ , che produce fra le spazzole B e D la f.e.m.  $E_2$ , dando quindi luogo alla tensione di uscita  $V_u$ , ed alla «potenza di uscita» ( $V_u \times I_u$ ). Lo schema del secondo stadio è completato necessariamente dall'avvolgimento compensatore, sede del flusso  $\Phi_\beta$ : infatti, a carico, la corrente  $I_u$  produce a sua volta il flusso secondario di reazione di indotto  $\Phi_2$ , che contrasterebbe  $\Phi_{W2}$ .

Se si fa in modo che sia  $\Phi_2 + \Phi_\beta = 0$  è eliminato tale disturbo: evidentemente l'avvolgimento compensatore deve essere ad asse magnetico secondario, ortogonale a  $\Phi_1$  e percorso dalla corrente  $I_u$ .

Naturalmente la macchina è trainata da un motore che fornisce la gran parte della potenza  $V_u \times I_u$ .

Una sezione trasversale schematica dell'amplidina è rappresentata in fig. 7.

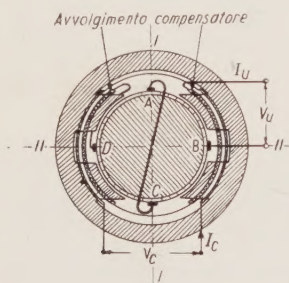


Fig. 7. — Rappresentazione generale di un'amplidina.

L'attitudine dell'amplidina a raggiungere elevate amplificazioni statiche può essere verificata con la semplice trattazione analitica riportata in Appendice II. In essa, in particolare, si osserva che (formula 12):

— l'amplificazione statica di potenza dipende dalla quarta potenza della velocità angolare ( $\omega^4$ );

— è necessario avere bassissimi traferri per ottenere caratteristiche magnetiche il più possibile ripide (ma sempre rettilinee), sia secondo l'asse primario ( $\omega K$ ) sia secondo l'asse secondario ( $\omega K_{W2}$ );

— occorre avere bassi valori di resistenza interna di indotto e di induttore: questa condizione dovrà tuttavia essere compatibile con una buona rapidità di risposta (piccola costante di tempo).

Particolare attenzione si deve avere nell'eseguire l'avvolgimento compensatore, sede del flusso  $\Phi_\beta = -\Phi_2$ : per addivenire ad un'accurata compensazione, l'avvolgimento statorico compensatore deve essere del tipo «distribuito» perchè soltanto così può essere controbattuta la azione di  $\Phi_2$ , derivante esso pure dall'avvolgimento d'indotto del tipo «distribuito».

Oltre che ad aumentare notevolmente l'amplificazione statica, un'accurata compensazione raggiunge l'effetto di ridurre notevolmente la costante di tempo e quindi di aumentare notevolmente l'amplificazione dinamica, grandezza sopra definita, che in effetti decide con il suo valore della bontà di un amplificatore rotante.

L'amplidina presenta anche il vantaggio di potere riprodurre in uscita l'effetto risultante di più comandi

contemporanei: per raggiungere tale scopo basta porre sui segmenti polari più di un avvolgimento di controllo, in ognuno dei quali è immessa una distinta potenza di comando.

### Il Magnicon.

Il magnicon è un amplificatore rotante a due stadi di amplificazione, molto simile nella sua costituzione alla amplidina.

Anche il magnicon è costituito, nella sua versione ad un solo ciclo, da una macchina a corrente continua, avente uno statore a quattro espansioni polari ed un rotore ad unico avvolgimento indotto e quattro spazzole.

La variante sostanziale apportata nel magnicon, rispetto all'amplidina, riguarda l'avvolgimento indotto: esso, nel magnicon ad un ciclo, è tetrapolare embricato, mentre per l'amplidina ad un ciclo è bipolare.

Questo fatto porta alle seguenti conseguenze:

a) distribuzione, a forma di trapezio, delle amper-spire di reazione d'indotto lungo il traferro, come potrebbe facilmente mostrarsi con una semplice costruzione grafica: nell'amplidina si ha invece una distribuzione triangolare;

b) indipendenza nel traferro del flusso statorico di controllo dal flusso rotorico primario;

c) minore amplificazione di potenza, a causa del basso «fattore di avvolgimento», con conseguente minore utilizzazione del rame di indotto.

Mentre il punto c) rappresenta uno svantaggio del magnicon rispetto all'amplidina, gli altri due punti sono nettamente favorevoli al magnicon. Infatti il punto a) rende possibile una migliore compensazione del flusso secondario di reazione d'indotto da parte del flusso compensatore, avente necessariamente per sua natura una distribuzione a forma di trapezio; il punto b) porta ad una maggiore rapidità di risposta, essendosi eliminata qualsiasi interdipendenza fra il flusso di controllo ed il flusso primario rotorico.

In fig. 8 a ed 8 b sono rappresentati il primo ed il secondo stadio di amplificazione del magnicon, con spazzole in posizione teorica: in pratica risultano attivi magneticamente i soli fili utili, che si trovano sotto l'espansione polari.

In fig. 8 c) è raffigurata la sezione trasversale schematica generale del magnicon.

In conclusione, rispetto all'amplidina, il magnicon ha una minore amplificazione statica, ma una maggiore rapidità e fedeltà di risposta.

### II-C) Macchine a circuito di eccitazione accordato.

Questa categoria di macchine comprende amplificatori rotanti sia ad uno stadio sia a due o più stadi di amplificazione.

Gli amplificatori ad uno stadio appartenenti a questa categoria sono:

- il Regulex (Magnavolt SS; Regulator VSA);
- il Rototrol ad uno stadio.

L'amplificatore a due o più stadi appartenente a questa categoria, è:

- il Rototrol a due o più stadi.

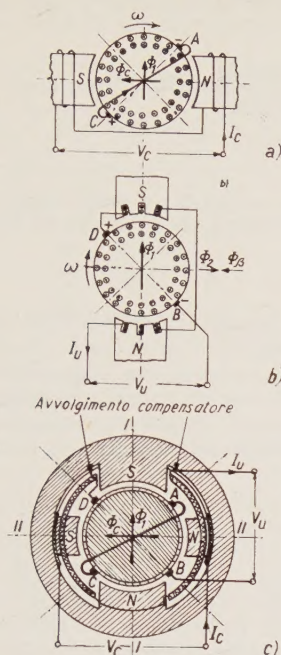
È da notare che esiste una certa confusione fra le denominazioni commerciali di tali macchine, confusione forse favorita dall'appellativo di «Rototrol» (abbreviazione di «rotating control», cioè «controllo rotante») che può essere dato oltre che ad una singola macchina anche ad un gruppo di due o più macchine disimpegnanti la stessa funzione.

In questa sede ci si attiene al significato più comune, dato in USA, specificatamente ad ogni singolo amplificatore rotante, e precisamente s'intende per:

— *Regulex*, una dinamo amplificatrice tipo parallelo con eccitazione separata e con autoeccitazione «accordata»: in esso ha luogo una reazione positiva di tensione.



Il Regulex è costruito in USA dalla Ditta Allis-Chalmers. Macchine strutturalmente simili al Regulex sono costruite in USA dalla Ditta Reliance con il nome di «Regulator VSA» ed in Inghilterra dalla Ditta English Electric Co. con il nome di «Magnavolt S. S.».



a) Schema elettrico e magnetico del I Stadio del magnicon;  $\Phi_c$  rappresenta il flusso di controllo,  $\Phi_1$  il flusso rotorico primario.  
b) Schema elettrico e magnetico del II Stadio del magnicon;  $\Phi_2$  rappresenta il flusso rotorico secondario;  $\Phi\beta$  il flusso compensatore ( $\Phi_2 + \Phi\beta = 0$ ).  
c) Rappresentazione generale di un magnicon.

— *Rototrol ad uno stadio*, una dinamo amplificatrice con eccitazione separata e con autoeccitazione «accordata» tipo serie: questa ultima caratteristica dà luogo ad una reazione positiva di corrente. Il Rototrol è costruito in USA dalla Ditta Westinghouse.

— *Rototrol a due o più stadi* di amplificazione, un amplificatore rotante basato sul principio di circuito accordato, con reazione positiva di corrente, costruito in USA dalla Westinghouse.

Passiamo innanzitutto in rassegna gli amplificatori rotanti ad uno stadio appartenenti a questa categoria:

*Regulex; significato di «circuito accordato».*

Per comprendere la denominazione di «circuito di eccitazione accordato» si consideri (fig. 9) lo schema

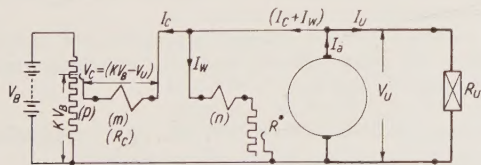


Fig. 9. — Schema elettrico del regulex:  $R^*$  rappresenta la resistenza di accordo, (m) l'avvolgimento di eccitazione separata (n) l'avvolgimento di autoeccitazione in derivazione.

di una dinamo autoeccitata in derivazione (avvolgimento  $n$ ), a cui viene aggiunto un avvolgimento (m) ad eccitazione separata. La caratteristica di eccitazione della macchina, a velocità angolare costante, è data in fig. 10: in assenza delle amperspire di eccitazione separata, a seconda del valore della resistenza  $R^*$  (compre-

dente la resistenza interna dell'avvolgimento di eccitazione  $n$ ) si potrà avere o meno autoeccitazione. In particolare se la resistenza  $R^*$ , denominata resistenza di accordo eguaglia la resistenza critica <sup>(5)</sup> della macchina autoeccitata (e per questo valore particolare viene denominata «resistenza di accordo»), si viene ad avere la coincidenza fra la caratteristica di traferro e la retta (O); in tal caso com'è noto, il funzionamento della dinamo con solo campo di autoeccitazione risulta instabile.

Se si considera ora, ad accordo ottenuto, l'esistenza dell'eccitazione separata, alimentata dalla tensione di controllo  $V_c = K V_B - V_u$  (indicando con  $V_u$  la tensione di uscita e  $K V_B$  un'aliquota della tensione fissa di batteria, di riferimento), si può ottenere un punto di funzionamento stabile B a tensione  $V$ , con amperspire  $\overline{MB}$ , date dal solo avvolgimento  $n$  di autoeccitazione; questo avviene, se si ha  $V_c = 0$  per  $V_u = V$  (fig. 10).

A questo punto sono possibili per la macchina due tipi di funzionamento: come «regolatore» della tensione  $V_u$  ad un valore costante, oppure come «servomeccanismo» atto a fare variare la stessa tensione  $V_u$  in relazione all'arbitraria variazione della tensione  $K V_B$ . Nel primo caso («regolatore») se la  $V_u$  diminuisce, ad esempio per aumento del carico  $R_u$ , sorgono nell'avvolgimento (m) delle amperspire concomitanti  $\overline{BC}$  in figura 10), con le amperspire di (n), per cui la tensione  $V_u$  tende ad aumentare rapidamente: si arriverebbe al valore  $V = V'$  se non avvenisse immediatamente il comando contrario in relazione alla tensione  $V' > V$ .

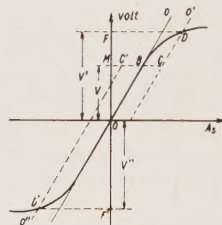


Fig. 10. — Effetto amplificatore del regulex (analogamente, per il rototrol) considerando la caratteristica magnetica. B, punto di funzionamento, con sole amperspire di autoeccitazione  $\overline{MB}$ , a tensione  $V$ . D, punto di funzionamento, con aggiunta di amperspire concomitanti  $\overline{BC}$ , a tensione  $V'$ . D', punto di funzionamento, con aggiunta di amperspire contrastanti  $\overline{BC'}$ , a tensione  $V''$ .

Nel secondo caso («servomeccanismo»), se viene variata la posizione del cursore del potenziometro (p) nel senso di aumentarne la tensione di riferimento  $K V_B$ , il campo di controllo (m) diviene sede di piccole amperspire concomitanti con quelle di (n) per cui la tensione si stabilizza rapidamente al nuovo valore di  $V' > V$ .

In conclusione, nello schema di macchina illustrato, che è relativo al Regulex, basta una piccolissima variazione delle amperspire di controllo (e quindi della «potenza di controllo») per provocare una grande variazione della tensione di uscita (e quindi della «potenza di uscita») di tale amplificatore rotante.

Ancora, come è stato fatto per la dinamo, e l'amplidina, si possono per il Regulex verificare facilmente le condizioni analitiche (Appendice III) che assicurano la massima amplificazione statica: si ritrova che ciò ha luogo quando la caratteristica di traferro coincide con la retta rappresentativa della resistenza critica (condizione  $\omega K_u = R^*$ , formula 17).

<sup>(5)</sup> Si definisce «resistenza critica» della dinamo in derivazione, quel valore della resistenza del circuito di eccitazione che eguaglia il valore del coefficiente angolare del tratto rettilineo dalla caratteristica di eccitazione, per una determinata velocità di rotazione; il tratto rettilineo suddetto si denomina anche «caratteristica di traferro». Com'è noto, per resistenza di valore superiore alla resistenza critica la macchina non si autoeccita.



Dai risultati della trattazione si ricava ancora che conviene attuare, per lo stesso scopo, un minimo trasferimento di macchina, un'alta velocità angolare, e basse resistenze interne per l'eccitazione separata e per l'avvolgimento di indotto (compatibilmente con un sufficientemente basso valore della costante di tempo).

*Il Rototrol ad uno stadio.*

Lo schema del Rototrol ad uno stadio (fig. 11) differisce da quello del Regulex, per il fatto che in esso si attua una reazione positiva di corrente, mediante un avvolgimento autoeccitato in serie (anzichè una reazione di tensione, con avvolgimento autoeccitato in parallelo come avviene nel Regulex).

La spiegazione del funzionamento del Rototrol, sfruttando il principio di circuito di eccitazione accordata, è perfettamente analoga alla spiegazione data per il Regulex; così pure la verifica analitica della massima amplificazione statica di potenza.

Per maggiore comprensione del funzionamento del Rototrol, anticipando quanto sarà fatto nel paragrafo relativo alle applicazioni, illustriamo l'impiego del Rototrol quale macchina eccitatrice di una generatrice di corrente continua  $G_0$  (fig. 11).

Nello schema di figura, il carico del rototrol ( $G_1$ ) è costituito dall'avvolgimento di eccitazione ( $c$ ) della generatrice di corrente continua;  $R^*$  rappresenta la resistenza di accordo.

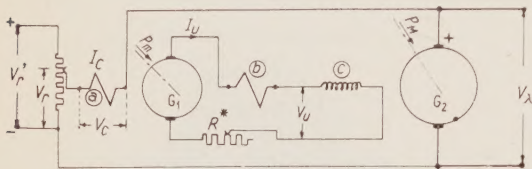


Fig. 11. — Schema elettrico dell'impianto di stabilizzazione della tensione di una generatrice a corrente continua, usando il rototrol ad uno stadio:

$G_1$ , rototrol, a) b) avvolgimenti di eccitazione del rototrol, rispettivamente di controllo e di autoeccitazione in serie.

$G_2$ , generatrice di corrente continua da stabilizzare nella tensione  
 $V_A$ ;  $c$ ) avvolgimento di eccitazione della generatrice  $G_2$ ,  $R^*$ , resistenza di accordo.

Si tratta di un primo esempio di impianto di regolazione automatica: il rototrol ha il compito di stabilizzare la tensione  $V_\lambda$  della generatrice  $G_3$ .

È necessario avere una sorgente di tensione continua di riferimento  $V_r'$ . Un'aliquota prefissata di essa  $V_r$  viene paragonata con la  $V_\lambda$  e nell'avvolgimento di controllo ( $a$ ) circola corrente (prodotta dalla differenza di tensione  $V_\lambda - V_r$ ), unicamente quando è  $V_\lambda \neq V_r$ . Così si provocano amperspire di controllo concomitanti o contrastanti con quelle di autoeccitazione a seconda che la tensione  $V_\lambda$  diminuisce o cresce rispettivamente.

Nel circuito di eccitazione delle generatrice principale si avrà in conseguenza un rapido aumento o decremento della corrente di eccitazione, che riporta la  $V_{\lambda}$  al valore costante prestabilito.

Sullo stesso principio di « circuito di eccitazione accordato » è basato il rototrol a due o più stadi di amplificazione.

### III. - ALCUNE APPLICAZIONI DEGLI AMPLIFICATORI ROTANTI NEI MODERNI IMPIANTI.

Gli amplificatori rotanti trovano il loro naturale impiego nei moderni impianti di regolazione automatica e di servomeccanismi: come è stato specificato nel capitolo I di questa memoria, per gli stessi impianti possono essere adottate le altre categorie di amplificatori elencati (elettronici, magnetici, ed a semiconduttori).

I due tipi di impianti (regolazione automatica oppure servomeccanismi) fanno capo ad uno stesso schema di principio.

Nello studio relativo a tali impianti, è caratteristica la adozione dello schema a « blocchi » (fig. 12) che ne sintetizza chiaramente le caratteristiche essenziali: esistono in definitiva in ambedue i casi un « segnale di

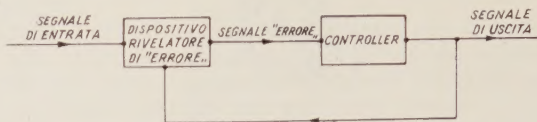


Fig. 12. — Schema «a blocchi» generale relativo, sia ad un servomeccanismo a ciclo chiuso, sia ad un sistema di regolazione automatica.

*entrata*», «*un segnale di uscita*», un dispositivo che paragona i due segnali e ne rileva lo scarto (denominato sovente «*segnale errore*»), un dispositivo «*controller*» che, eccitato dal segnale errore, modifica il segnale di uscita per adeguarlo amplificato al segnale di entrata, in modo da tendere ad annullare il «segnale errore» stesso.

La diversità fra gli impianti di regolazione automatica e gli impianti di servomeccanismo sta unicamente in questo:

— *nella regolazione automatica*, in cui si vuole stabilizzare ad un valore costante il segnale di uscita, malgrado varie azioni disturbanti (variazioni del carico di uscita ecc.) il « *segnale di entrata* » risulta *rigorosamente costante*; questo si denomina in tale caso « *segnale di riferimento* »;

— nei servomeccanismi, il segnale di entrata in generale varia secondo l'arbitrio dell'operatore, ed il segnale di uscita deve variare, sempre amplificato, in maniera perfettamente analoga e con le massime rapidità, fedeltà e stabilità.

L'elemento amplificatore ha sede nel blocco « controller » di fig. 12 ed attua l'incremento di potenza del segnale di uscita relativamente al « segnale errore ».

Si comprende come lo schema di fig. 12 risulti valido per sistemi sia elettrici sia non elettrici (idraulici, pneumatici); in questi ultimi l'energia in gioco è l'energia elastica di un fluido motore, anzichè l'energia elettrica.

Premessi questi brevi cenni introduttivi, si esamini qualche applicazione sia di regolazione automatica, sia di servomeccanismo, in cui possano essere impiegati utilmente gli amplificatori rotanti.

Fra i numerosi esempi, scegliamo i seguenti:

— il magnavolt R. R. impiegato per il controllo della velocità di rotazione di un albero rotante;

— l'amplidina, impiegata per la regolazione di tensione di un alternatore trifase;

— il regulex, impiegato per bilanciare la corrente fra due generatrici;

— il rototrol, ad uno stadio, impiegato per regolare la tensione di un generatore di corrente continua (esempio già esaminato in fig. 11).

*Applicazione del magnavolt R. R., per controllare la velocità di rotazione di un albero rotante.*

Nello schema di fig. 13, si vuole controllare la velocità di rotazione dell'albero rotante, portante il volano, mediante la regolazione della coppia motrice del motore di trascinamento ( $M$ ) a corrente continua e ad eccitazione ( $I_{ecc}$ ) costante.

Poichè la coppia motrice di  $M$  è proporzionale al prodotto del flusso ( $\Phi_{\text{ecc.}}$ ) e della corrente  $I$  che percorre la armatura del motore (corrente fornita dalla generatrice principale  $G$ ) sarà necessario diminuire la corrente stessa, quando il motore tende ad accelerare, ed aumentarla quando esso tende a rallentare, essendo  $\Phi_{\text{ecc.}} = \text{cost.}$



Questo è ottenuto mediante la eccitazione combinata agente sul primo stadio ( $EA$ ) del Magnavolt R. R.; tale sistema di eccitazione deriva dalla coesistenza di un avvolgimento ( $s$ ) ad eccitazione costante di riferimento e di un avvolgimento ( $t$ ) a corrente di eccitazione variabile, fornita dalla dinamo tachimetrica ( $DT$ ). Le amperspire di ( $s$ ) e di ( $t$ ) sono in opposizione e regolate in modo che per la velocità desiderata esista un'eccitazione

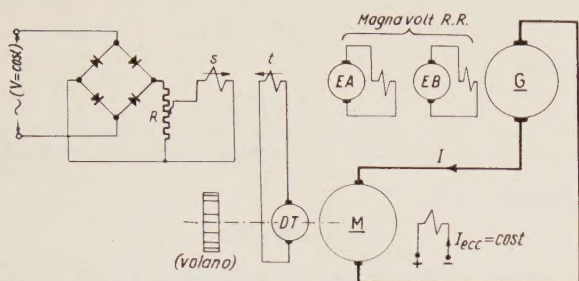


Fig. 13. — Schema elettrico dell'impianto per la regolazione automatica della velocità di un albero rotante:  $EA$  ed  $EB$ , primo e secondo stadio di un magnavolt R.R.  $s$  e  $t$  avvolgimenti di eccitazione del primo stadio  $EA$ .  $DT$ , dinamo tachimetrica.  $M$ , motore controllato nella corrente di armatura, da regolare in velocità.

risultante di entità dipendente dal carico meccanico utile. Il compito del Magnavolt R. R. è quello di amplificare questa piccola eccitazione risultante (fino a fornire alla dinamo ( $G$ ) l'eccitazione richiesta) e di seguire prontamente le variazioni della velocità con il carico, in modo da mantenerla costante.

Qualora si desideri passare ad un altro « gradino di velocità » si agisce sul potenziometro  $R$ ; ne consegue una variazione della corrente in ( $s$ ) ed una nuova velocità di equilibrio.

*Applicazione dell'amplidina, per regolare la tensione di un alternatore trifase.*

In fig. 14 è rappresentato lo schema dell'installazione di regolazione, in cui un'amplidina eccita direttamente un alternatore trifase.

L'eccitazione dell'amplidina è fornita da tre avvolgimenti denominati variatori secondari:

- un variatore  $o$ ) eccitato indipendentemente da una sorgente a tensione costante (eccitazione costante);
- un variatore  $a$ ), avente amperspire concomitanti con quelle di  $o$  ed eccitato dalla linea stessa dell'alternatore, tramite un circuito raddrizzatore ed un'impedenza  $A'$  non saturabile, entro il campo di regolazione;
- un variatore  $b$ ), avente amperspire contrastanti con quelle di  $o$  e quindi anche con quelle di  $a$  ed eccitato come il variatore  $a$ , ma tramite un'impedenza  $B'$  saturabile, entro il campo di regolazione.

Poiché le amperspire di  $a$  sono lineari con la tensione dell'alternatore, mentre quelle di  $b$  variano secondo la legge della saturazione magnetica (fig. 14  $a$  e  $b$ ) il sistema viene proporzionato in modo che si abbia compensazione delle due magnetizzazioni per la tensione normale  $V_n$  dell'alternatore: è evidente allora che per  $V > V_n$ , prevalendo l'azione di  $b$ , l'alternatore subisce una parziale diseccitazione fino a riportarsi al valore  $V_n$ ; il contrario accade per  $V < V_n$ , caso in cui, prevalendo l'azione del variatore,  $a$ , l'alternatore aumenta la sua tensione e la riporta a  $V_n$ .

*Applicazione del Regulex, per bilanciare la corrente fra due generatrici di corrente continua.*

Nello schema di fig. 15, le due dinamo  $G_1$  e  $G_2$  del tipo « in derivazione », che in generale possono avere potenza diversa, sono in parallelo sulla stessa rete a  $V = \text{cost}$ . Si desidera avere un sistema automatico atto a bilanciare la corrente fra le dinamo, cioè fare erogare

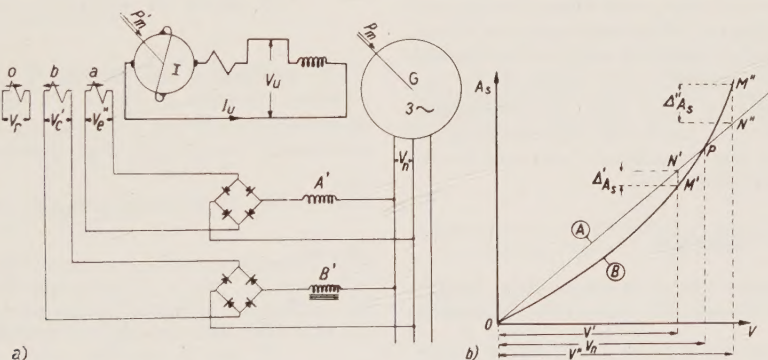


Fig. 14. — Stabilizzazione della tensione di un alternatore trifase mediante amplidina:  $a$ ) Schema elettrico dell'impianto:  $A'$  e  $B'$  rappresentano rispettivamente un'impedenza non saturabile e una saturabile, ( $I$ ) rappresenta l'amplidina, provvista di tre variatori ( $o$ ,  $a$ ,  $b$ ), aventi i primi due un'azione magnetizzante, il terzo un'azione smagnetizzante.  $b$ ) Azione dei variatori ( $a$ ) e ( $b$ ) dell'amplidina, presentanti rispettivamente le caratteristiche  $A$  e  $B$ ; prevale l'azione di ( $a$ ) oppure di ( $b$ ) a seconda che diventi la tensione dell'alternatore minore ( $V'$ ) oppure maggiore ( $V''$ ) del valore costante da stabilizzare ( $V_n$ ).

Per ottenere la eccitazione di riferimento, nello schema si è previsto di alimentare a tensione alternata costante un sistema di raddrizzatori a ponte di Grätz; tale disposizione è assai frequente in pratica, quando si vuole ottenere un riferimento in corrente continua, utilizzando le normali reti di distribuzione a corrente alternata. Lo stesso risultato potrebbe essere raggiunto alimentando il potenziometro  $R$  con accumulatori.

da ogni dinamo una corrente proporzionale alla propria potenza.

Per semplicità, supponiamo che  $G_1$  e  $G_2$  abbiano la stessa potenza, ma differiscano per i parametri interni di macchina; nonostante questo esse devono erogare correnti eguali nelle diverse condizioni di carico della rete. Il Regulex ( $E$ ) è eccitato in doppio modo: l'avvolgimento ( $p$ ) è l'avvolgimento « a circuito accordato »



caratteristico di tale tipo di macchina, l'avvolgimento ( $q$ ) è un avvolgimento a corrente di eccitazione indipendente e sensibile allo sbilanciamento  $I_2 - I_1$  delle correnti di macchina.

L'avvolgimento ( $q$ ) è infatti derivato fra i punti  $B$  ed  $A$ , situati a valle di due resistenze  $R$  eguali (nel caso attuale), e quindi a potenziale rispettivamente  $V - RI_2$

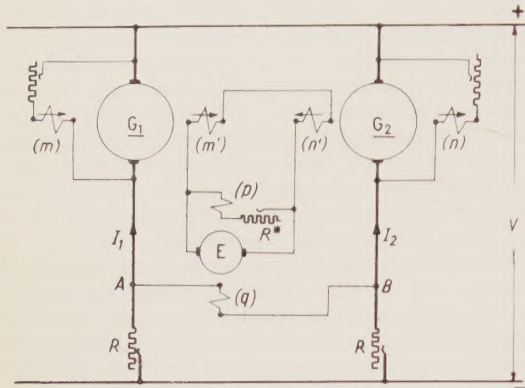


Fig. 15. — Bilanciamento della corrente erogata da due generatori di corrente continua, poste in parallelo, utilizzando il regulex:  $E$ , regulex, eccitato dagli avvolgimenti ( $q$ ) e ( $p$ ) rispettivamente indipendenti e di autoeccitazione.  $R^*$  resistenza di accordo. ( $m$ ) ed ( $n$ ) autoeccitazione in derivazione delle generatori  $G_1$  e  $G_2$ . ( $m'$ ) ed ( $n'$ ) eccitazioni separate delle stesse, controllate dal Regulex.

e  $V - RI_1$ : se, ad esempio, è  $I_2 > I_1$ , l'avvolgimento ( $q$ ) di resistenza  $r_4$  è percorso nel senso da  $A$  a  $B$  da una corrente di valore

$$\frac{R(I_2 - I_1)}{r_4}$$

La magnetizzazione risultante su  $E$  dalle due magnetizzazioni ( $p$ ) e ( $q$ ) sarà amplificata dal Regulex stesso ed una stessa corrente verrà a circolare negli avvolgimenti ( $m'$ ) e ( $n'$ ), ma, per costruzione, con effetto magnetico opposto in modo da ridurre la tensione della  $G_2$  [eccitata da ( $n$ ) e ( $n'$ )], che così viene ad erogare una minore corrente  $I_2$ : contemporaneamente si aumenta la corrente  $I_1$  della  $G_1$  [eccitata da ( $m$ ) e ( $m'$ )] per incremento dell'eccitazione risultante, in modo da mantenere eguali le correnti erogate dalle due macchine e costante la corrente richiesta dal carico di linea.

#### APPENDICE I

ESPRESSIONE SEMPLIFICATA DELL'AMPLIFICAZIONE STATICA DI POTENZA, PER UNA DINAMO AD ECCITAZIONE SEPARATA.

In una dinamo, ad esempio bipolare, non satura magneticamente, la f.e.m. ( $E$ ) indotta fra due spazzole a vuoto (o a carico, in assenza di reazione di indotto) può essere messa in relazione diretta con la corrente di eccitazione  $I_{ecc}$ , che crea il flusso  $\Phi$  sull'asse ortogonale alle due stesse spazzole.

Riportiamo la formula:

$$(1) \quad E = \frac{c}{a} N n \Phi$$

dove oltre ai simboli noti, si ha:

$c$  = cicli della macchina: nella dinamo  $c = p$ , essendo « $p$ » le paia di poli; nella metadinamo è necessario riferirsi sempre a « $c$ »;

$a$  = paia di vie interne in parallelo per l'avvolgimento indotto;

$N$  = numero di fili utili dell'avvolgimento indotto;

$n = \frac{\omega}{2\pi}$ , numero di giri al secondo;  $\omega$  è la velocità angolare, in radianti al secondo.

La formula (1) può essere espressa in funzione della corrente di eccitazione  $I_{ecc}$ , poichè

$$\Phi = \frac{N_{ecc} I_{ecc}}{R}$$

( $R$  = riluttanza costante del circuito magnetico di  $\Phi$ ):

$$(2) \quad E = \frac{c}{a} N \frac{\omega}{2\pi} \frac{N_{ecc}}{R} I_{ecc}$$

ponendo:

$$K = \frac{c N N_{ecc}}{a 2\pi R}$$

in definitiva si ha:

$$(3) \quad E = \omega K I_{ecc}$$

Il grafico rappresentante la dipendenza fra  $E$  ed  $I_{ecc}$ , in assenza di saturazione e ad  $\omega = \text{cost}$ , è la retta di figura  $a$ . Si riconosce che il prodotto

$$\omega K = \frac{E}{I_{ecc}} \equiv \text{tg } \alpha$$

(misurabile in ohm) sta a rappresentare la «qualità» del circuito magnetico di macchina: tale prodotto ( $\omega K$ ) è tanto più alto quanto minore è la riluttanza del circuito magnetico, per  $\omega = \text{cost}$ .

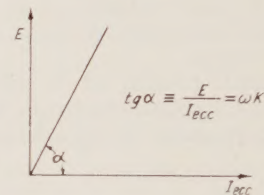


Fig. 16. — Caratteristica di eccitazione, per velocità costante, in assenza di saturazione magnetica.

Ciò premesso e con riferimento allo schema elettrico della dinamo, riportata in figura 1 e con i simboli colà indicati, si ha:

$$(4) \quad \begin{cases} E_u = \omega \cdot K \cdot I_c \\ E_u = (r_2 + R_u) I_u \end{cases}$$

da cui:

$$\frac{I_u}{I_c} = \frac{\omega K}{r_2 + R_u}$$

e, per un determinato valore del carico ( $R_u$ ) si può scrivere anche, con riferimento alle variazioni di corrente  $\Delta I_u$  e  $\Delta I_c$ :

$$(5) \quad \frac{\Delta I_u}{\Delta I_c} = \frac{\omega K}{r_2 + R_u}$$

L'ultima espressione, rapporto della variazione statica della corrente di uscita ( $\Delta I_u$ ), all'analogica variazione della corrente di controllo ( $\Delta I_c$ ), fornisce il «guadagno di corrente» della dinamo.

Il guadagno di tensione si ha dalla seconda delle (4) combinata con la  $V_c = R_u I_c$  (avendo indicato con  $R_u$  la resistenza interna dell'avvolgimento di controllo):

$$\frac{\Delta E_u}{\Delta V_c} \approx \frac{\Delta V_u}{\Delta V_c} = \frac{r_2 + R_u}{R_u} \cdot \frac{\Delta I_u}{\Delta I_c}$$

si è posto  $E_u \approx V_u$ , qualora possa venire trascurata la caduta di tensione interna nell'indotto, rispetto al valore delle tensioni stesse, interna ed ai morsetti.



Utilizzando la (5), si ha per il « guadagno di tensione » la espressione:

$$(6) \quad \frac{\Delta V_u}{\Delta V_c} = \frac{\omega K}{R_w}.$$

Infine dal prodotto della (5) e della (6) si ottiene « l'amplificazione statica di potenza » della dinamo ad eccitazione separata:

$$(7) \quad \frac{\Delta P_u}{\Delta P_c} = \frac{\Delta V_u}{\Delta V_c} \cdot \frac{\Delta I_u}{\Delta I_c} = \frac{(\omega K)^2}{(r_2 + R_u) \cdot R_w}.$$

Da quest'ultima formula, si deduce che per avere un'elevata amplificazione statica di potenza, occorre avere un alto coefficiente

$$\omega K = \omega \frac{c N N_{ecc}}{a \geq \pi R},$$

cioè:

- elevata velocità angolare, che compare nella (7) al quadrato ( $\omega^2$ );
- elevato rapporto  $c/a$ , quindi adozione di avvolgimento di indotto tipo ondulato;
- elevati valori di  $N$  ed  $N_{ecc}$  (rispettivamente numero di conduttori utili di indotto e di numero di spire dell'avvolgimento di eccitazione);
- basso valore della riluttanza ( $R$ ) del circuito magnetico di macchina; quindi basso valore del traferro ed adozione di materiale ferromagnetico, laminato tanto nello statore quanto nel rotore e ad elevata permeabilità.

Dalla stessa formula (7) risulterebbe ancora l'opportunità di avere bassi valori delle resistenze interne di indotto ( $r_2$ ) e d'induttore  $R_w$ . Ma tale deduzione, come è stato detto nel testo, deve andare d'accordo con l'esigenza di avere una bassa costante di tempo: a tal riguardo converrà anche adottare valori non eccessivamente alti per il numero di spire ( $N$  ed  $N_{ecc}$ ).

## APPENDICE II

ESPRESSIONE SEMPLIFICATA DELL'AMPLIFICAZIONE STATICA DI POTENZA PER UN'AMPLIDINA.

Si ricordino le considerazioni svolte preventivamente nella Appendice I, e, con riferimento alla figura 6, si stabiliscano le seguenti notazioni:

$E_1, E_u$  = f.e.m. indotta rispettivamente fra le spazzole  $A$  e  $C$ ,  $B$  e  $D$ ;

$I_1, I_u, I_c$  = correnti rispettivamente primaria (spazzole  $A$  e  $C$ ), secondaria (spazzole  $B$  e  $D$ ), di controllo;

$K, K\beta, K_{w2}$  = coefficienti che danno l'effetto magnetico dei vari avvolgimenti rotorici e statorici percorsi dalle correnti di macchina, come indicato in fig. 6;

$r_1, r_2, R_u$  = resistenze ohmiche, rispettivamente interna primaria, interna secondaria, del carico utile.

Si possono scrivere le seguenti semplici equazioni fra f.e.m. indotte e correnti magnetizzanti:

$$(8) \quad \begin{cases} \frac{E_1}{\omega} = K I_u + K\beta I_u + K_{w2} I_c \\ \frac{E_u}{\omega} = K I_1; \end{cases}$$

l'applicazione del secondo principio di Kirchhoff, rispettivamente al circuito primario ed al circuito secondario, fornisce:

$$(9) \quad \begin{cases} E_1 - r_1 I_1 = 0 \\ E_u = (r_2 + R_u) I_u. \end{cases}$$

In caso di compensazione perfetta della reazione di indotto

secondaria si ha  $K I_u + K\beta I_u = 0$ , quindi la prima delle (8) è sostituita dalla:

$$\frac{E_1}{\omega} = K_{w2} I_c.$$

Si può ricavare il rapporto  $I_u/I_c$  da tali espressioni:

$$\frac{I_u}{I_c} = \frac{\omega^2 K K_{w2}}{r_1 (r_2 + R_u)}$$

da cui, per un determinato valore del carico  $R_u$ , si ha:

$$(10) \quad \frac{\Delta I_u}{\Delta I_c} = \frac{\omega^2 K K_{w2}}{r_1 (r_2 + R_u)},$$

che è l'espressione del « guadagno in corrente » dell'amplidina.

Si può ricavare il « guadagno di tensione » dalla seconda delle (9), supposto  $E_u \approx V_u$ , e dalla semplice relazione  $V_c = R_{w2} I_c$ , utilizzando poi la (10):

$$(11) \quad \begin{aligned} \frac{V_u}{V_c} &= \frac{(r_2 + R_u)}{R_{w2}} \cdot \frac{I_u}{I_c} = \frac{\omega^2 K K_{w2}}{r_1 R_{w2}} \\ \frac{\Delta V_u}{\Delta V_c} &= \frac{\omega^2 K K_{w2}}{r_1 R_{w2}}. \end{aligned}$$

Si ha infine l'amplificazione di potenza dell'amplidina, dal prodotto della (10) per la (11):

$$(12) \quad \frac{\Delta P_u}{\Delta P_c} = \frac{\Delta V_u}{\Delta V_c} \cdot \frac{\Delta I_u}{\Delta I_c} = \frac{\omega^2 K^2 \cdot \omega^2 K_{w2}^2}{r_1^2 (r_2 + R_u) R_{w2}}.$$

In analogia alla dinamo semplice, trattata nell'Appendice I, la formula (12) esprime le condizioni che portano l'amplidina a raggiungere un'elevata amplificazione statica:

- elevata velocità angolare ( $\omega^4$ );
- elevati coefficienti  $\omega K$  ed  $\omega K_{w2}$ , relativi rispettivamente alla magnetizzazione rotorica e statorica, con le conseguenze illustrate a proposito della dinamo;
- bassi valori delle resistenze interne  $r_1, r_2$  ed  $R_{w2}$ , per ogni determinato valore del carico  $R_u$ , con le limitazioni illustrate a proposito della dinamo.

## APPENDICE III

ESPRESSIONE SEMPLIFICATA DELL'AMPLIFICAZIONE STATICA DI POTENZA, PER IL REGULEX.

Ricordando ancora le considerazioni svolte nell'Appendice I e con riferimento alle notazioni di fig. 9, si può scrivere:

a) per le correnti:

$$(13) \quad \begin{aligned} I_c &= \frac{V_c}{R_c}; & I_u &\approx I_a - I_w \\ I_a &= \frac{E_u - V_u}{r_i}; & I_w &= \frac{V_u}{R^*} \end{aligned}$$

b) per la f.e.m. interna  $E_u$ :

$$(14) \quad E_u = \omega K_c I_c + \omega K_w I_w.$$

Con ipotesi semplificative ammissibili si può porre:

$$I_u \approx I_a; \quad E_u \approx V_u.$$

La (14) semplificata, tenuto conto della (13), fornisce:

$$V_u = \omega K_c \frac{V_c}{R_c} + \omega K_w \frac{V_u}{R^*}$$



e quindi:

$$(15) \quad \frac{V_u}{V_c} = \frac{\omega K_c}{R_c \left( 1 - \frac{\omega K_w}{R^*} \right)}$$

Dalle (13) si ricava ancora:

$$V_c = R_c I_c \quad ; \quad V_u \approx r_i I_a \approx r_i I_u,$$

da cui:

$$(16) \quad \frac{I_u}{I_c} = \frac{R_c}{r_i} \frac{V_u}{V_c} = \frac{\omega K_c}{r_i \left( 1 - \frac{\omega K_w}{R^*} \right)}$$

Dalle (15) e (16) con le solite notazioni, si hanno rispettivamente il « guadagno di tensione » ed il « guadagno di corrente »:

$$\frac{\Delta V_u}{\Delta V_c} = \frac{\omega K_c}{R_c \left( 1 - \frac{\omega K_w}{R^*} \right)} ;$$

$$\frac{\Delta I_u}{\Delta I_c} = \frac{\omega K_c}{r_i \left( 1 - \frac{\omega K_w}{R^*} \right)}$$

Dal prodotto di queste due ultime espressioni si ha « l'amplificazione statica di potenza »:

$$\frac{\Delta P_u}{\Delta P_c} = \frac{\Delta V_u}{\Delta V_c} \cdot \frac{\Delta I_u}{\Delta I_c} = \frac{1}{r_i R_c} \left( \frac{\omega K_c}{1 - \frac{\omega K_w}{R^*}} \right)^2 \quad (17)$$

Da quest'ultima formula si deduce che nella condizione

$$1 - \frac{\omega K_w}{R^*} = 0, \quad \text{cioè} \quad R^* = \omega K_w$$

(resistenza dell'avvolgimento di eccitazione in derivazione, eguale alla « resistenza critica » definita nel testo), si raggiunge teoricamente un'amplificazione infinita: ciò non avviene in pratica, per l'inevitabile incurvamento della caratteristica magnetica con alte sollecitazioni magnetiche.

Si rileva ancora l'opportunità di avere:

— alto valore del coefficiente «  $\omega K_c$  » relativo al campo di controllo, in particolare alto valore della velocità angolare ( $\omega$ );

— bassi valori delle resistenze interne  $r_i$  e  $R_c$ , rispettivamente dell'indotto e del campo di controllo, con le limitazioni illustrate a proposito della dinamo.

Manoscritto pervenuto il 18 giugno 1959.



# UN GENERATORE DI FUNZIONI DI DUE VARIABILI A DIODI

M. PETTERNELLA - A. RUBERTI (\*)

*Dopo un rapido esame delle soluzioni sinora proposte, si descrive un nuovo tipo di generatore di funzioni di due variabili a diodi. Esso è basato sulla generazione di funzioni lineari delle variabili indipendenti mediante reti passive e sulla loro selezione mediante diodi. I problemi relativi alla scelta delle reti passive e dei circuiti di selezione sono discussi in generale e l'esposizione viene completata con i dati concernenti il generatore realizzato. Infine vengono descritti due metodi di predisposizione.*

## I. - PREMESSA.

È noto che le calcolatrici analogiche elettroniche sono largamente impiegate per lo studio di quei problemi nei quali intervengono sistemi di equazioni differenziali ordinarie. Gli operatori fondamentali di tali macchine sono sommatori ed integratori: con un numero finito di tali elementi è possibile risolvere un qualunque sistema di equazioni differenziali ordinarie, lineari ed a coefficienti costanti <sup>(1)</sup>, aventi tuttavia come variabile indipendente il tempo (od una variabile ad esso proporzionale), in quanto l'integrazione viene eseguita rispetto al tempo.

Come è noto, questa è la limitazione principale delle calcolatrici analogiche elettroniche rispetto agli analizzatori differenziali meccanici. Questi ultimi infatti, pur avendo come operatori fondamentali sommatori ed integratori, consentono di risolvere una classe di equazioni differenziali più estesa [2] in quanto l'integrazione viene effettuata rispetto ad una variabile generica. In particolare esiste la possibilità di eseguire il prodotto di due variabili, basandosi sulla formula di integrazione per parti, e di generare funzioni di una o più variabili, risolvendo equazioni differenziali che le ammettano come integrali (e che, è chiaro, appartengono alla classe definita in [2]).

Per allargare il campo della classe di equazioni risolubili con le calcolatrici analogiche elettroniche, si potrebbe procedere in due modi.

In primo luogo si potrebbero eseguire le singole integrazioni rispetto ad una variabile generica, basandosi

$$\text{sulla relazione } z = \int y \, dx = \int y \frac{dx}{dt} \, dt.$$

Tale procedimento però richiede l'impiego di moltiplicatori e non consente di raggiungere precisioni soddisfacenti, a causa della necessità di eseguire le derivate, che danno luogo, come è noto, ad un livello di rumore notevole <sup>(2)</sup>.

Prescindendo da tali difficoltà, questo primo procedimento consente, con un numero di moltiplicatori e derivatori pari a quello degli integratori, di allargare la classe delle equazioni risolubili fino a quella degli analizzatori differenziali meccanici.

Un secondo procedimento può essere quello di adottare, accanto ai sommatori ed agli integratori, operatori non lineari, scelti come tipo e come numero in relazione alla classe particolare dei problemi da affrontare.

Dei due procedimenti possibili, nelle realizzazioni attuali si adotta il secondo, in quanto nei problemi che di solito occorre risolvere la variabile indipendente è il tempo ed inoltre il numero di non linearità è limitato <sup>(3)</sup>.

Gli operatori non lineari più diffusi sono i moltiplicatori di due variabili ed i generatori di una variabile <sup>(4)</sup>. Tuttavia per la risoluzione di alcuni problemi sono richiesti generatori di due variabili indipendenti; ciò avviene ad esempio nello studio dei reattori nucleari, quando si voglia tener conto della dipendenza della reattività dalla temperatura del fluido primario e da quella del fluido secondario.

L'interesse di tali generatori non è limitato tuttavia a casi particolari, in quanto ad essi si possono ricondurre, oltre ai generatori di una variabile, i moltiplicatori, e quindi una soluzione soddisfacente per essi risulterebbe utile nei riguardi della tecnica costruttiva di tutti gli operatori non lineari attualmente richiesti.

Varie ricerche sono state condotte sull'argomento, e varie soluzioni sono state proposte, fondate generalmente sui procedimenti già adottati per i generatori di una variabile [4].

Tra queste soluzioni si ritiene meritino particolare attenzione quelle basate sull'impiego di diodi, per i vantaggi che tale tecnica presenta già nel campo dei generatori di una variabile. Il più importante tra questi è costituito dalla semplicità della costruzione: infatti i componenti usati sono gli stessi della parte lineare della macchina, con la sola aggiunta dei diodi, talché in sostanza questi circuiti si possono considerare come amplificatori operazionali, generalizzati con l'impiego, accanto a resistenze lineari, di resistenze non lineari (diodi).

Un ulteriore pregio consiste nella possibilità di impiego di tali operatori tanto nelle macchine lente quanto in quelle ripetitive, sia pure con valori diversi di precisione e prontezza.

Nel presente lavoro si esamineranno brevemente le due soluzioni finora proposte per i generatori di due variabili a diodi e si presenterà quindi una soluzione diversa, discutendo i risultati ottenuti.

(\*) MASSIMILIANO PETTERNELLA e ANTONIO RUBERTI della Fondazione U. Bordini per il progresso delle telecomunicazioni, I.S.P.T., Roma.

<sup>(1)</sup> In effetti si possono risolvere anche sistemi di equazioni a coefficienti variabili col tempo, tenendo presente che taluni di questi possono essere a loro volta ottenuti come soluzioni di equazioni differenziali rispetto al tempo. Per la definizione delle classi di funzioni risolubili con le calcolatrici analogiche elettroniche, vedi F.H. Raymond [1].

<sup>(2)</sup> Ciò è stato ampiamente documentato in una ricerca recente [3] nella quale è stata anche proposta una diversa soluzione del problema, che consente di ottenere maggiori precisioni, impiegando tuttavia circuiti paragonabili dal punto di vista della complessità a quelli di un moltiplicatore.

<sup>(3)</sup> È bene rilevare che questo procedimento consente di affrontare anche problemi in cui intervengano funzioni empiriche, non esprimibili come soluzioni di equazioni differenziali, cioè quei problemi per i quali il primo procedimento non è applicabile.

<sup>(4)</sup> Ci si riferisce ora ed in seguito a generatori di tipo universale, atti cioè a fornire una classe di funzioni sufficientemente estesa, attraverso una opportuna ed in generale semplice predisposizione dei parametri dell'operatore (per es. potenziometri), escludendo quindi i generatori di tipo speciale, atti cioè a fornire una sola e ben determinata funzione.



## 2. - METODI PROPOSTI PER GENERATORI DI DUE VARIABILI A DIODI.

Le due soluzioni sinora proposte per i generatori di funzione di due variabili a diodi sono dovute l'una a H. F. Meissinger [5] e l'altra a G. A. Philbrick [6].

La prima si basa sull'impiego diverso dello schema usuale di un generatore di funzione di una variabile. Questo, rappresentato in fig. 1, è costituito da più canali, ogni canale comprendendo tre resistenze (le  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ )

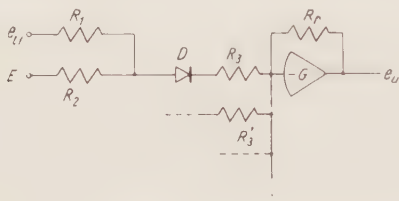


Fig. 1. — Generatore di funzione di una variabile.

ed il diodo  $D$ ; ciascun canale, a partire dalla tensione di ingresso  $e_{i1}$  e dalla tensione costante  $E$ , contribuisce alla tensione di uscita  $e_u$  totale con un contributo  $e_{u(c)}$  pari a:

$$(1) \quad e_{u(c)} = \begin{cases} 0 & \text{per } e_{i1} < -E \frac{R_1}{R_2} \\ -\frac{e_{i1}}{G_r} \frac{G_1 G_3}{G_1 + G_2 + G_3} - \frac{E}{G_r} \frac{G_2 G_3}{G_1 + G_2 + G_3} & \text{per } e_{i1} > -E \frac{R_1}{R_2} \end{cases}$$

ove si sono indicate con  $G$  le conduttanze.

Se ora si sostituisce la tensione  $E$  con una seconda variabile  $e_{i2}$ , si ottiene una funzione di due variabili, cui il singolo canale contribuisce con una tensione data ancora dalla (1), nella quale però la  $E$  sia sostituita appunto dalla  $e_{i2}$ .

Si può ottenere così una classe di funzioni che ha il carattere di quella rappresentata nel diagramma di fig. 2,

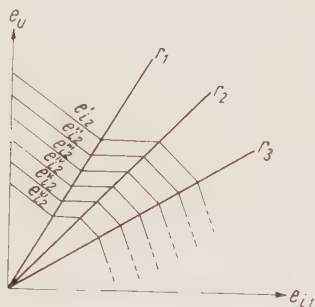


Fig. 2. — Superficie generata con schema elementare proposto da F.H. Meissinger.

ove è riportata la tensione  $e_u$  in funzione di  $e_{i1}$ , considerando come parametro la  $e_{i2}$ .

In particolare le rette  $r_1, r_2, \dots, r_n$  corrispondono al passaggio in conduzione dei diversi canali, ed in ogni zona tra le due rette la tensione  $e_u$  varia linearmente con  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$ .

La classe di tali funzioni può essere estesa sostituendo la  $E$ , invece che con  $e_{i2}$ , con una tensione pari a  $f(e_{i2})$ , ottenuta, mediante un generatore di funzione di una variabile, da  $e_{i2}$ .

In tal caso, come appare dalla fig. 3, alle rette  $r$  si so-

stituiscono delle curve e la  $e_u$  non varia più linearmente con la  $e_{i2}$  nelle singole zone.

Ulteriori generalizzazioni possono ottenersi usando generatori di funzioni  $f(e_{i2})$  diverse per alimentare i diversi canali e ove necessario generatori anche per la variabile  $e_{i1}$ .

Si osserva che lo schema non è univoco, ma deve variare con la classe alla quale appartiene la funzione da generare, e che inoltre per alcune funzioni (ad esempio per il prodotto  $e_u = e_{i1} \cdot e_{i2}$ ) non è adattabile.

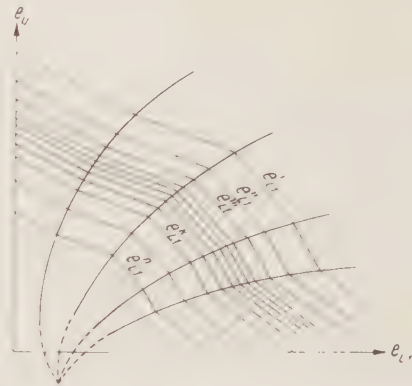


Fig. 3. — Superficie generabile con schema generalizzato proposto da F. H. Meissinger.

L'altra soluzione è basata sulla generazione di funzioni elementari del tipo rappresentato in fig. 4, nella quale è riportato il piano  $e_{i1}, e_{i2}$ .

Queste funzioni elementari sono tali che:

$$(2) \quad e_{u(c)} = \begin{cases} 0 & \text{nella parte di piano individuata da } \alpha; \\ K(e_{i1} - E_1) & \text{nella parte di piano individuata da } \beta_1; \\ K(e_{i2} - E_2) & \text{nella parte di piano individuata da } \beta_2. \end{cases}$$

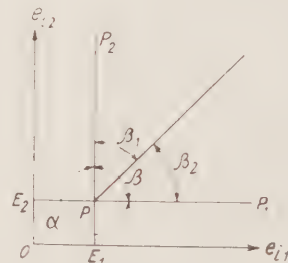


Fig. 4. — Superficie elementare del generatore proposto da G.A. Philbrick.

Per scrivere le condizioni che individuano le varie parti del piano  $e_{i1}, e_{i2}$ , si può osservare che la parte  $\beta$  è caratterizzata dal fatto che ogni suo punto deve avere coordinate positive rispetto agli assi  $PP_1$  e  $PP_2$ . Occorrerà perciò che le tensioni  $e_{i1} - E_1$  ed  $e_{i2} - E_2$  siano entrambe positive, od anche che la minore delle due sia positiva; in breve quindi deve essere:

$$\min(e_{i1} - E_1, e_{i2} - E_2) > 0$$

Ne consegue che la parte  $\alpha$  del piano è individuata dalla condizione che sia:

$$\min(e_{i1} - E_1, e_{i2} - E_2) < 0$$

In secondo luogo considerando le (2), si può osservare che in ciascuna delle due parti  $\beta_1$  e  $\beta_2$  la tensione  $e_{u(c)}$  risulta pari al minore dei due valori  $e_{i1} - E_1$  ed  $e_{i2} - E_2$ .



In conclusione perciò la funzione elementare si può descrivere, invece che con le (2) con le (2') seguenti:

$$(2') \quad e_{u(c)} = \begin{cases} 0 & \text{per } \min (e_{i1} - E_1, e_{i2} - E_2) < 0 \\ K \min (e_{i1} - E_1, e_{i2} - E_2) & \text{per } \min (e_{i1} - E_1, e_{i2} - E_2) > 0 \end{cases}$$

La funzione totale  $e_u$  desiderata viene approssimata sommando un certo numero di tali funzioni elementari  $e_{u(c)}$ , ciascuna delle quali venga situata in diversi punti  $P', P'', \dots$  (di coordinate  $E_1', E_1'', \dots$  ed  $E_2', E_2'', \dots$ ) del piano  $e_{i1}, e_{i2}$  avendo conferito loro pendenze positive o negative dando un opportuno valore al parametro  $K$ .

La funzione elementare  $e_{u(c)}$  si può ottenere con il circuito di fig. 5.

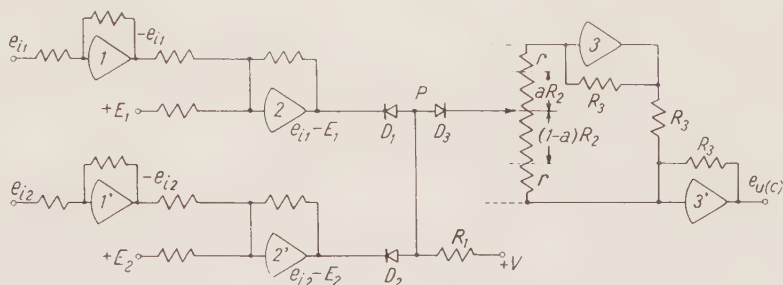


Fig. 5. - Schema di principio del generatore proposto da G. A. Philbrick.

A partire da  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$  e dalle tensioni costanti  $E_1$  ed  $E_2$  si ottengono con amplificatori operazionali le tensioni  $e_{i1} - E_1$  ed  $e_{i2} - E_2$ ; il circuito costituito dai diodi  $D_1$  e  $D_2$ , polarizzati con la tensione  $+V$ , fornisce la minore di tali tensioni e cioè fa sì che la tensione in  $P$  valga

$$(3) \quad e_P = \min (e_{i1} - E_1, e_{i2} - E_2)$$

Se tale tensione è negativa, il diodo  $D_3$  non conduce ed all'uscita si ha tensione nulla; se  $e_P$  è invece positiva, il diodo  $D_3$  conduce ed all'uscita si ha tale tensione moltiplicata per una costante  $K$ . Questa costante è nulla quando il cursore del potenziometro è portato nella posizione centrale, in quanto la differenza (ottenuta con i due amplificatori operazionali finali 3-3') tra le due correnti che circolano nei due rami del potenziometro è nulla; spostando poi il cursore nell'un verso o nell'altro rispetto alla posizione centrale si ottengono valori di  $K$  positivi o negativi.

In conclusione dunque il circuito fornisce

$$(4) \quad e_{u(c)} = \begin{cases} 0 & \text{per } e_P < 0 \\ K e_P & \text{per } e_P > 0 \end{cases}$$

Si verifica immediatamente che queste sono le equazioni della funzione elementare, in quanto le (4), tenendo presenti le (3), coincidono con le (2).

Nel canale elementare ora descritto le tensioni  $E_1$  ed  $E_2$  fissano la posizione nel piano della superficie elementare (cfr. fig. 4), mentre la posizione del potenziometro  $R_2$  fissa il valore  $K$ .

In un generatore completo il numero di amplificatori operazionali del tipo 2-2' (cfr. fig. 5) dipenderà dal numero di superfici elementari, mentre gli amplificatori 1-1' e 3-3' potranno essere comuni a tutti i canali.

La G. A. Philbrick Researches Inc. nella realizzazione pratica (Model F2V) ha supposto che le variabili  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$  varino tra 0 e  $+50$  V, ed ha inoltre diviso questo campo di definizione in 25 aree uguali; di conseguenza (cfr. fig. 6), combinando a due a due le cinque tensioni  $e_{i1} - E_1$  e le cinque  $e_{i2} - E_2$  (ove  $E_1$  ed  $E_2$  assumono i valori 0, 10, 20, 30, 40 V) si possono ottenere le 25 coppie di tensioni necessarie per individuare le suddette aree.

Lo schema complessivo dovrebbe perciò comprendere 14 amplificatori, 75 diodi e 25 potenziometri; in effetti, per poter definire il valore della funzione negli 11 punti del contorno che giacciono sugli assi  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$  (cfr. fig. 6) indipendentemente dal valore della funzione stessa nei punti  $P$  adiacenti, si utilizzano le 10 tensioni  $e_{i1} - E_1$  ed  $e_{i2} - E_2$ , più una tensione costante per il punto corrispondente all'origine; queste, portate attraverso 10 diodi (5) ed 11 potenziometri in parallelo ai contributi degli altri canali, contribuiscono alla funzione totale  $e_u$ .

Il generatore di Philbrick ha il pregio di risolvere il problema in forma generale, a prezzo però di uno schema di costruzione onerosa. Si pone in evidenza che in esso alla funzione generata si fa assumere il valore desiderato sempre negli stessi punti  $P$ , quale che sia il suo anda-

mento nella regione del campo di definizione; ciò comporta una approssimazione diversa a seconda del tipo di funzione.

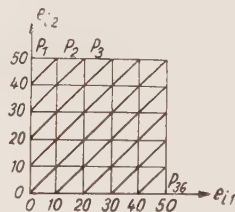


Fig. 6. - Suddivisione del campo di definizione per il generatore proposto da G. A. Philbrick.

### 3. - UN DIVERSO TIPO DI GENERATORE A DIODI.

#### 3.1. - Principio di funzionamento.

Volendo costruire un generatore di più variabili, in particolare di due, l'idea più naturale sembra essere quella di tentare di generalizzare in modo diretto gli schemi dei generatori di una variabile. A tale scopo, si ritiene utile distinguere questi ultimi in due tipi.

Un primo tipo, al quale appartengono i generatori più largamente usati, è basato sulla generazione, per mezzo di circuiti comprendenti diodi, di funzioni elementari, e sulla loro addizione mediante amplificatori operazionali.

Generalizzando una funzione elementare, del tipo ad esempio di fig. 7 a, si ottiene nello spazio una funzione elementare (cfr. fig. 7 b)

$$(5) \quad e_u = \begin{cases} 0 & \text{nel semipiano } \alpha \\ K_1 e_{i1} + K_2 e_{i2} + K_3 & \text{nel semipiano } \beta \end{cases}$$

In altri termini al punto di rottura  $R$  corrisponde la linea di rottura  $r$ , ed alle semirette corrispondono semipiani. Tuttavia, mentre nel piano, con più funzioni ele-

(5) Il diodo  $D_3$  (cfr. fig. 5) per la tensione costante non occorre.



mentari del tipo di fig. 7 a si può ottenere una assegnata funzione di una variabile in maniera semplice, nello spazio con le funzioni elementari di fig. 7 b ciò non è altrettanto semplicemente ottenibile, in quanto ciascuna di esse altera la funzione complessiva in un intero semipiano. Per ottenere funzioni di due variabili con questo procedimento, occorrerebbe che le funzioni elementari fossero diverse da zero solo in una zona ristretta del

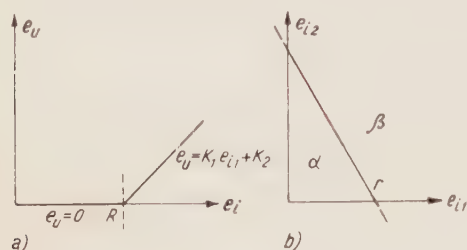


Fig. 7 a. b. - Funzioni elementari di una o due variabili.

piano, per esempio quella limitata da due rette  $r'$  ed  $r''$  formanti tra loro un angolo minore di  $180^\circ$  <sup>(6)</sup>.

Un secondo tipo di generatori è basato su una tecnica diversa da quella ora ricordata e consiste nella generazione di funzioni lineari, tra le quali viene eseguita una selezione, in maniera che per ogni intervallo prefissato della variabile indipendente sia presente in uscita una sola di esse.

Così ad esempio nella fig. 8 è mostrato come fra le funzioni lineari  $e_{u1}$ ,  $e_{u2}$ ,  $e_{u3}$ , si scelga in ogni punto per rappresentare la funzione  $e_u$  la maggiore delle tre.

In questa tecnica ai diodi è riservata solo la funzione di selezione fra le diverse funzioni elementari [7], mentre queste ultime sono generabili con elementi circuitali lineari, in particolare passivi.

Questo schema è quello che è sembrato prestarsi alla generalizzazione diretta. Basta infatti sostituire alle funzioni elementari lineari  $e_u$  di una sola variabile, funzioni elementari lineari  $e_u$  di due variabili, riservando ancora ai diodi la selezione di queste.

Il generatore basato su questo principio sarà dunque costituito, per la generazione di funzioni elementari, da

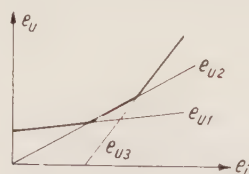


Fig. 8. - Generazione mediante selezione.

reti elettriche (che conviene siano passive per ovvie ragioni economiche) e, per la selezione, da diodi.

### 3.2. - Rete passiva.

La prima difficoltà che si presenta è relativa alla individuazione di una rete passiva in cui sia possibile la scelta dei tre parametri che individuano una superficie elementare con una sequenza ordinata di tre operazioni, ciascuna delle quali non interferisca con le precedenti. Ciò è necessario per poter realizzare un generatore di tipo universale di facile impiego.

<sup>(6)</sup> Si può in proposito osservare che lo schema proposto da G. A. PHILBRICK consiste proprio nel sostituire alla superficie elementare di fig. 7 b, quella rappresentata in fig. 4. Tale superficie si potrebbe molto semplicemente realizzare anche in modo che l'angolo interno  $\beta$  sia diverso da  $90^\circ$ .

La rete scelta è quella rappresentata schematicamente in fig. 9; in questa la tensione  $\pm V$  e la resistenza  $R$  servono a polarizzare i diodi, come si vedrà meglio in seguito.

Per questa rete la tensione  $e_{u(c)}$  è data dalla equazione:

$$e_{u(c)} = \frac{e_{i1} G_1 + e_{i2} G_2 + E G_E \pm V G}{G_1 + G_2 + G_0 + G_E + G}$$

ove con  $G$  si indicano le conduttanze e con  $E$  il valore di una tensione costante.

La (6) è l'equazione di un piano (nello spazio  $e_{i1}$ ,  $e_{i2}$ ,  $e_u$ ) che incontra il piano  $e_u = 0$  lungo la retta  $r$  di equazione (cfr. fig. 10)

$$(7) \quad e_{i1} G_1 + e_{i2} G_2 + E G_E \pm V G = 0$$

e che ha pendenza assoluta

$$(8) \quad p = \sqrt{\left(\frac{\partial e_{u(c)}}{\partial e_{i1}}\right)^2 + \left(\frac{\partial e_{u(c)}}{\partial e_{i2}}\right)^2} = \frac{\sqrt{G_1^2 + G_2^2}}{G_1 + G_2 + G_0 + G_E + G}$$

A tale pendenza si attribuirà il segno positivo se il piano (6) potrà sovrapporsi al piano  $e_u = 0$  ruotando in senso antiorario intorno alla retta  $r$  di un angolo minore di  $90^\circ$ , ed invece il segno negativo se tale angolo risulterà maggiore di  $90^\circ$ , essendo la retta  $r$  orientata o no verso

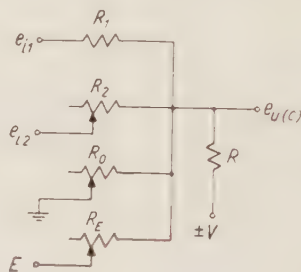


Fig. 9. - Rete passiva per la generazione di una rete piana.

$E_{i2}$  a seconda che questo punto abbia ordinata positiva o negativa.

Scegliere un piano (6) significa scegliere una retta (7) ed una pendenza (8); con la rete adottata, per individuare una retta (7) si scelgono le due intersezioni  $E_{i1}$  ed  $E_{i2}$  di quest'ultima con gli assi  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$ , mediante la manovra successiva di  $R_E$  e di  $R_2$ ; dalla (8) si vede poi che si può scegliere un valore per la pendenza assoluta agendo su  $R_0$ , che non interviene nella (7).

Naturalmente le variazioni quantitative dei parametri sono limitate e dipendono dalla scelta delle resistenze fisse e del campo di variazione dei potenziometri. Su questo si tornerà nel paragrafo successivo.

La retta  $r$  del piano dianzi individuato, se si suppongono  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$  col proprio segno ed  $E$  positivo, avrà le intersezioni con gli assi  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$  entrambe negative (in quanto il prodotto  $\pm V G$  si farà trascurabile rispetto al prodotto  $E G_E$ ) e la pendenza del piano stesso sarà positiva.

Per poter generare una funzione di tipo universale, è necessario che il piano (6) possa avere la retta  $r$  intersecante gli assi  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$  in punti qualunque, entro il campo di definizione della funzione stessa, e che in ogni caso la pendenza  $p$  possa essere positiva o negativa.

Si vede perciò che sono necessari otto tipi di piano, i quali si potranno ottenere con l'opportuna inversione di  $e_{i1}$ , di  $e_{i2}$  e di  $E$ ; nella tabella seguente (i cui simboli si riferiscono alla fig. 10) vengono indicate le varie combinazioni, con cui si realizzano i diversi piani.

È dunque necessario disporre, oltre che delle tensioni  $+E$ ,  $+e_{i1}$ ,  $+e_{i2}$ , delle tensioni  $-E$ ,  $-e_{i1}$ ,  $-e_{i2}$ ; que-



ste ultime due si possono ottenere da  $+e_{i1}$ ,  $+e_{i2}$ , con due amplificatori operazionali <sup>(7)</sup>.

Tipo di piano			Segni adottati per le entrate		
$E_{i1}$	$E_{i2}$	$p$	$e_{i1}$	$e_{i2}$	$E$
+	+	+	+	+	—
+	+	—	—	—	+
—	+	+	+	—	+
—	+	—	—	+	—
+	—	+	+	—	—
+	—	—	—	+	+
—	—	+	+	+	+
—	—	—	—	—	—

### 3.3. - Circuiti di selezione.

Passando ad esaminare i circuiti di selezione, occorre fare due considerazioni; la prima relativa agli aspetti specifici dell'impiego dei diodi in una selezione di variabili

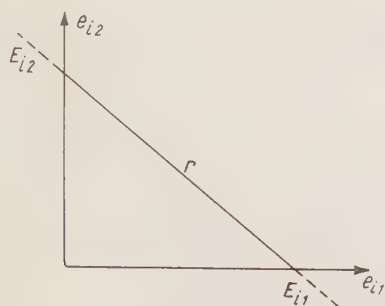


Fig. 10. - Individuazione di una superficie piana.

analogiche, l'altra relativa alla identificazione del circuito di selezione atto a fornire una determinata classe di funzioni.

Per quanto riguarda la prima questione si può osservare che mentre nelle calcolatrici numeriche la selezione tramite i diodi viene eseguita tra valori discreti delle tensioni, nel caso attuale invece tale selezione deve essere eseguita tra due (o in generale tra più) tensioni variabili con continuità.

Questo richiede che ogni diodo inizi il regime di interazione non appena le tensioni del catodo e dell'anodo diventino uguali. Poichè in condizioni di funzionamento normali la corrente si annulla solo quando l'anodo è diventato leggermente negativo rispetto al catodo, occorre spostare la caratteristica dei tubi a vuoto usati, fino a che passi per lo zero. Ciò si può ottenere variando la tensione di alimentazione del filamento, in particolare riducendo tale tensione <sup>(8)</sup>.

Per quanto riguarda poi la scelta del circuito di sele-

<sup>(7)</sup> È ben chiaro come questo corrisponda alla generalizzazione di quanto occorre fare per i generatori di una variabile, se si vuole che essi siano di tipo universale.

<sup>(8)</sup> Riducendo la tensione di filamento la resistenza interna del diodo diventa maggiore; ne consegue una più sensibile variazione rispetto al comportamento ideale. Tale variazione non ha però conseguenze negative, poichè della resistenza interna occorre comunque tener conto.

zione, si può osservare che gli schemi fondamentali sono quelli ben noti per la scelta del massimo (o del minimo) tra più tensioni, riportati nell'ordine in fig. 11.

Qualora la selezione sia effettuata con circuiti di un solo tipo, si ottiene una superficie (composta da diverse

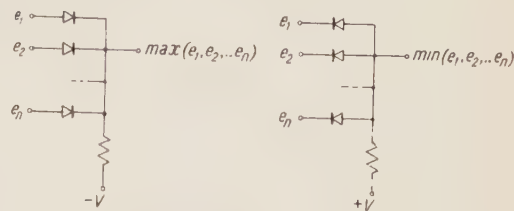


Fig. 11. - Circuiti di selezione di massimo e di minimo.

porzioni di piani) avente una concavità costantemente rivolta verso la direzione positiva dell'asse  $e_u$  (nel caso di selezione di massimo), o verso la direzione negativa dello stesso asse (nel caso di selezione di minimo) (in tal caso si dirà meglio trattarsi di superfici aventi in ogni punto la totalità dei raggi di curvatura delle sezioni normali dello stesso segno, ovvero di superfici a punti ellittici). Si deduce perciò che tutta la classe delle funzioni cui corrispondono superfici a punti ellittici può essere generata effettuando una sola selezione (di massimo o di minimo a seconda dei casi) tra una opportuna serie di piani.

Per poter generare superfici di tipo più complesso, tali cioè che non abbiano concavità uniforme, occorrono due, o più, selezioni in cascata, in dipendenza del tipo di superficie.

Si consideri ad es. una superficie a punti iperbolici, caratterizzata cioè dal fatto di avere in ogni suo punto i raggi di curvatura principali (corrispondenti alle sezioni normali principali) di segno opposto <sup>(9)</sup>.

Con riferimento alla fig. 12, in cui con  $\alpha$  e  $\beta$  si sono rappresentate le due sezioni normali principali nel punto  $P$ , la superficie può considerarsi come somma di porzioni di superfici costituite da curve del tipo  $\beta$ , appoggiate a curve del tipo  $\alpha$ .

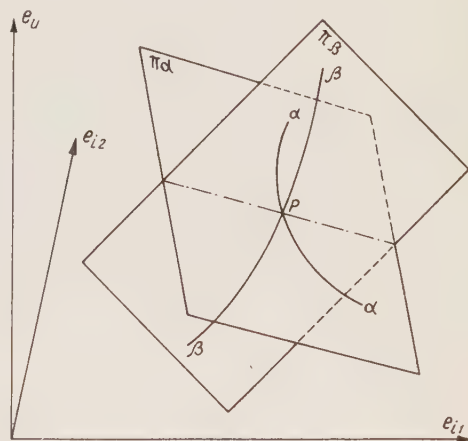


Fig. 12. - Superficie a punti iperbolici.

Si vede quindi abbastanza chiaramente che è possibile ottenere con selezioni di massimo le varie porzioni di superficie, e con una successiva selezione di minimo tra queste, la superficie assegnata. In altri termini con due sele-

<sup>(9)</sup> La più importante superficie di questo tipo (dal punto di vista del calcolo analogico) è data dall'iperboloido parabolico (od a sella), una delle cui forme corrisponde alla funzione prodotto,  $e_u = e_{i1} \cdot e_{i2}$ .



zioni in cascata si possono ottenere le superfici a punti iperbolici (fig. 13).

È chiaro dall'esame di questo paragrafo che la classe di funzioni generabili è limitata dal circuito di selezione scelto, oltre che, dal punto di vista della precisione, dal numero di funzioni elementari che intervengono in ciascuna selezione.

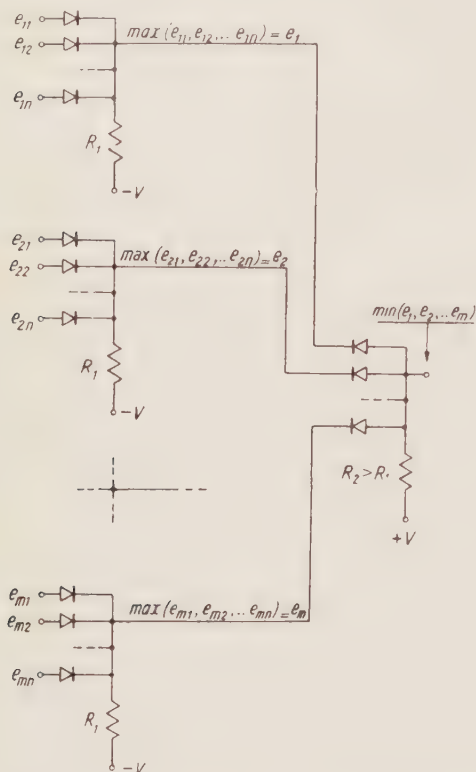


Fig. 13. - Circuito di doppia selezione di massimo e minimo nello ordine.

#### 4. - DESCRIZIONE DEL GENERATORE REALIZZATO.

##### 4.1. - Rete passiva.

La rete costruita è disegnata in fig. 14. Per poter realizzare tutti gli 8 tipi di piano elencati nella tabella del paragrafo 3.2, si è prevista la connessione per ciascuna delle variabili indipendenti, alla variabile stessa od al-

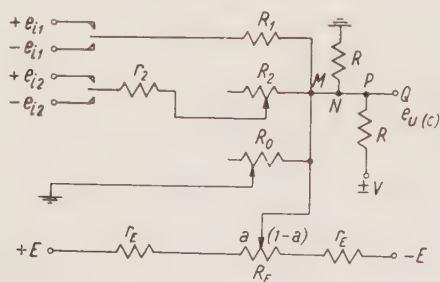


Fig. 14. - Rete passiva adottata nel generatore costruito.

l'opposta, mentre per la tensione fissa  $E$  si è ritenuto preferibile ricorrere alla soluzione indicata in figura, onde ridurre il numero delle scelte da fare preliminarmente per la generazione di un determinato piano. Si vede dalla stessa fig. 14 come sia inserita, oltre alla resistenza  $R$  di polarizzazione (del diodo che effettua la selezione e che viene inserito tra i punti  $N$  e  $P$ ) un'altra resistenza di pari valore tra l'uscita e la terra. Ciò consente la predi-

sposizione dei potenziometri per la scelta del piano nelle stesse condizioni in cui la rete si troverà durante la selezione, attraverso un circuito di uscita abbastanza semplice e comune a tutte le reti. Quest'ultimo è rappresentato, per il caso di una sola selezione (in particolare di massimo), nella fig. 15, nella quale la posizione 1 dei contatti del commutatore corrisponde alla predisposizione (circuito di fig. 14), mentre la posizione 2 corrisponde alla selezione. In seguito si vedrà come è realizzato il circuito per ottenere i diversi tipi di selezione.

Per quanto riguarda la scelta dei valori delle resistenze nei diversi rami della rete, si mette in evidenza come

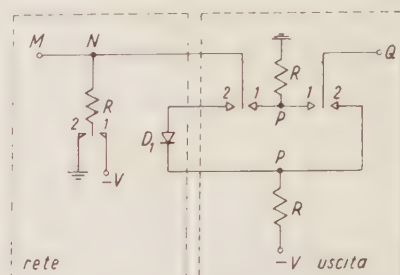


Fig. 15. - Circuito di predisposizione e prima selezione (nel caso che la selezione sia di massimo).

anzitutto si siano dovute inserire in serie con i potenziometri le resistenze fisse  $r_2$  ed  $r_E$ , allo scopo di limitare le correnti circolanti in essi quando  $R_0$  è nella posizione di minimo (corrispondente alla pendenza nulla del piano generato; cfr. formula 8, dalla quale risulta come sia  $p = 0$  quando  $G_0 = \infty$ , cioè  $R_0 = 0$ ). Di conseguenza risulta limitato inferiormente il campo di variazione della pendenza delle rette di intersezione dei vari piani col piano  $e_u \equiv 0$ , come si può vedere dall'analisi della formula (7); infatti la pendenza di tale retta vale

$$p_r = \pm \frac{G_1}{G_2},$$

e può variare per la rete di fig. 14 tra i due valori:

$$\frac{r_2}{R_1} \leq p_r \leq \frac{r_2 + R_{2\max}}{R_1}$$

di cui il primo è diverso da zero per l'inserzione di  $r_2$ .

Altre esigenze cui deve soddisfare la scelta dei valori delle resistenze sono quelle relative al campo di variabilità della pendenza  $p$  del piano (che può partire dal valore zero grazie all'inserzione delle resistenze  $r_2$  ed  $r_E$ ) e all'escursione prevista per le grandezze d'ingresso.

Il compromesso tra le varie esigenze, prevedendo che le variabili  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$  possano variare tra  $-25$  e  $+25$  V, ha portato alla scelta dei seguenti valori per le resistenze:

$$R_1 = 220 \text{ k}\Omega; r_2 = 50 \text{ k}\Omega; R_{2\max} = 1 \text{ M}\Omega; R_0(\max) = 250 \text{ k}\Omega; R_E = 250 \text{ k}\Omega; r_E = 100 \text{ k}\Omega; R = 1 \text{ M}\Omega.$$

Poichè si hanno generalmente a disposizione nel campo delle calcolatrici analogiche le tensioni  $\pm 100$  V, adottando questi valori per le  $E$ , si ottiene in definitiva per la rete progettata che  $p_r$  vari tra 0,227 e 4,77 e che  $p$  possa raggiungere partendo da zero [cfr. formula (8)] il valore 0,195 ovvero 0,518, a seconda che  $p_r$  sia massima oppure minima.

##### 4.2. - Tipo di selezione adottato.

Per quanto riguarda la selezione, si è costruito un generatore di funzioni cui corrispondono superfici a punti ellittici, ovvero iperbolici; a tale scopo si sono previste



due selezioni successive, ciascuna potendo essere di minimo o di massimo; in particolare per le venti reti di cui si compone il generatore si sono usati venti diodi (uno per ciascuna rete) per la prima selezione, e sei diodi per la seconda selezione, prevedendo che questa avvenga tra le uscite di gruppi di reti sottoposte ciascuna ad una prima selezione separata (cfr. fig. 13).

A questo proposito si fa notare che per poter effettuare la predisposizione nelle stesse condizioni in cui la rete si troverà durante la selezione, anche nel caso che questa sia doppia <sup>(10)</sup>, impiegando ancora la posizione 1 del commutatore di fig. 15 occorre scegliere opportunamente le resistenze di polarizzazione per le due selezioni. Precisamente queste debbono essere scelte in maniera che la tensione nel punto *N* (cfr. fig. 14) sia la stessa di quella che si avrebbe in quel punto per il caso di una sola selezione.

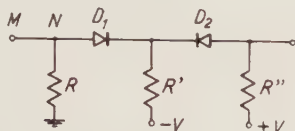


Fig. 16. — Scelta delle resistenze per il circuito di seconda selezione.

Considerando ad esempio che le due selezioni siano nell'ordine di massimo e di minimo (fig. 16) occorre che  $\frac{V}{R'} + \frac{V}{R''} = \frac{V}{R}$  e cioè  $G = G' - G''$  <sup>(11)</sup>. Questa stessa relazione vale per il caso di doppia selezione di massimo e di minimo nell'ordine.

È chiaro d'altronde [cfr. formula (6) applicata alla rete scelta] come occorra fare in modo che sia  $G_1 + G_2 + G_0 +$

sei diodi per la seconda selezione. Si è ritenuto preferibile realizzare la costruzione in due unità uguali, che possono essere impiegate separatamente ovvero insieme, attuando in tal caso la loro connessione tramite un apposito collegamento. Nelle figure 17a e 17b sono presentate due viste fotografiche di una delle unità.

In ciascuna di queste si possono distinguere una sezione d'ingresso, dieci sezioni corrispondenti alle varie reti passive ed una sezione d'uscita.

Nella sezione d'ingresso sono stati previsti, oltre alle entrate delle variabili  $e_{i1}$ ,  $e_{i2}$  e delle tensioni di  $\pm 100$  V, due commutatori i quali consentono di applicare alle reti passive o le variabili stesse o tensioni nulle. Ciò può essere comodo durante la predisposizione, come si vedrà meglio nel paragrafo successivo.

In ognuna delle sezioni corrispondenti alle reti passive sono presenti due commutatori a levetta per scegliere il tipo di piano da generare [in relazione alla tabella del paragrafo 3.2, tenendo conto però del fatto che sono già presenti nella rete adottata (fig. 14) sia la tensione costante positiva che quella negativa], tre manopole che comandano i potenziometri per la predisposizione del piano ed un commutatore a quattro posizioni per connettere l'uscita della rete alla prima o seconda selezione, ciascuna di minimo o di massimo.

La sezione di uscita comprende due commutatori. Col primo si possono effettuare i collegamenti che consentono o la predisposizione (cfr. fig. 15) o uno dei quattro tipi di selezione. Col secondo commutatore, mentre il primo è in posizione di predisposizione, si può connettere alla uscita la rete di cui si debbono scegliere i parametri. Ambedue questi commutatori hanno un'ulteriore posizione, che viene utilizzata quando si connettono le due unità, per trasferire i comandi d'uscita dall'una all'altra.

In definitiva l'unità costruita, predisposte le singole reti passive, consente di:

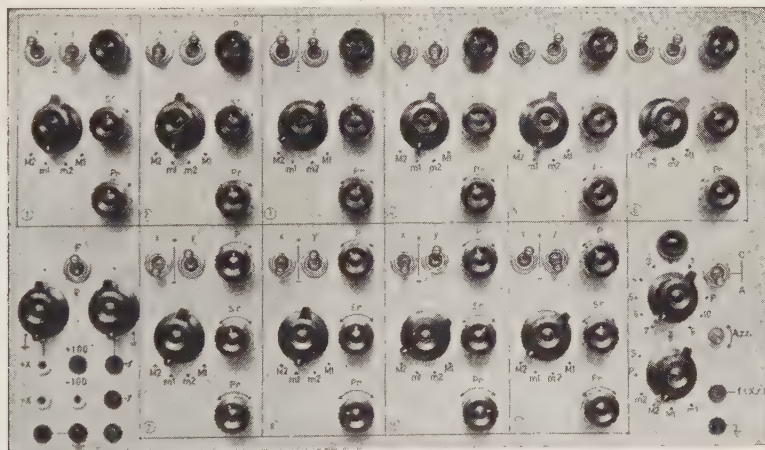


Fig. 17. a. b. — Vista frontale e posteriore di una unità del generatore.

$+ G'_E + G''_E + G' + G'' + G = G_1 + G_2 + G_0 + G'_E + G''_E + 2G$ ; per la rete scelta si è adottata la coppia  $G' \leq G$  e  $G'' \ll G$ .

#### 4.3. - Disposizione dei vari elementi nel generatore.

Come si è accennato, il generatore costruito comprende venti reti passive, venti diodi per la prima selezione e

(10) Il problema della conservazione delle caratteristiche delle funzioni elementari generate nel passaggio dalla predisposizione alla selezione ha richiesto l'inserimento nel circuito di opportune resistenze di compensazione.

(11) Durante la predisposizione il diodo  $D_1$  non viene questa volta separato dalla rete, ma viene interdetto cambiando la tensione  $-V$  all'estremo di  $R'$  nella tensione  $+V$ .

1) effettuare una selezione di minimo o di massimo tra tutte le reti;

2) effettuare una doppia selezione, distribuendo le reti in gruppi, ciascuno dei quali può comprenderne un numero a scelta, ed eseguendo la prima selezione di minimo o di massimo (la stessa per ciascun gruppo) tra le reti di ciascun gruppo, e la seconda selezione, rispettivamente di massimo o di minimo, tra le uscite dei diversi gruppi.

#### 5. - IMPIEGO DEL GENERATORE.

Volendo generare una determinata funzione

$$e_u = f(e_{i1}, e_{i2})$$



col generatore costruito occorre anzitutto tracciare un certo numero di curve  $e_u = \text{cost}$  nel piano  $e_{i1}, e_{i2}$  ed approssimare quindi tali curve mediante spezzate con lati ordinatamente paralleli, come si vede dalla fig. 18 a. Ne risulta così individuata una serie di piani, attraverso coppie di rette parallele.

Sia  $\alpha$  uno di tali piani e siano  $r_1$  ed  $r_2$  le rette corri-

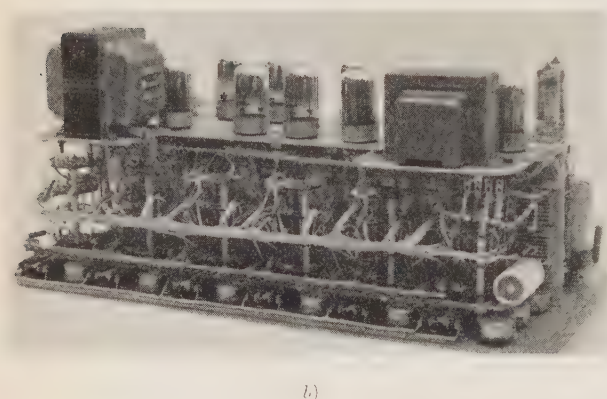
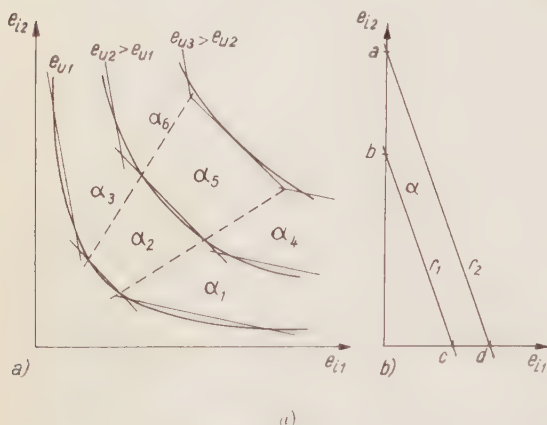


Fig. 18 a. b. — Approssimazione delle curve  $e_u = \text{cost}$ , con rette e della funzione  $e_u = f(e_{i1}, e_{i2})$  con piani.

spondenti che lo individuano; siano  $e_{u1}, e_{u2}$  i valori di  $e_u$  lungo queste rette ed  $a, b, c, d$  le coordinate relative (cfr. fig. 18 b) alle intersezioni di esse con gli assi  $e_{i1}$  ed  $e_{i2}$ ; si possono allora calcolare le coordinate delle intersezioni del piano  $\alpha$  con gli assi  $e_{i1}, e_{i2}$  ed il valore della ordinata  $e_u$  nell'origine, mediante le seguenti formule:

$$E_{i2} = a - \frac{e_{u2}}{e_{u2} - e_{u1}} (a - b)$$

$$E_{i1} = d - \frac{e_{u2}}{e_{u2} - e_{u1}} (d - c)$$

$$[e_u]_{e_{i1} = e_{i2} = 0} = \frac{ae_{u1} - be_{u2}}{a - b} = \frac{de_{u1} - ce_{u2}}{d - c}$$

Noti questi tre valori si può predisporre una generica rete in modo che fornisca il piano  $\alpha$ , ponendo all'ingresso  $e_{i1} = E_{i1}, e_{i2} = E_{i2}$  <sup>(12)</sup> ed effettuando le seguenti tre manovre:

1) si dispone il commutatore della variabile  $e_{i1}$  a massa, e si manovra il potenziometro  $R_E$  (cfr. fig. 14) fino a che in uscita si ha tensione nulla;

<sup>(12)</sup> Questi valori si ottengono immediatamente con due potenziometri partendo dalle tensioni  $\pm 100$  V.

2) si dispone il commutatore della variabile  $e_{i2}$  a massa, e si manovra il potenziometro  $R_2$  fino a che in uscita si ha tensione nulla;

3) si dispongono infine ambedue i commutatori di ingresso a massa, e si manovra il potenziometro  $R_0$  fino a che l'uscita assume il valore dato dalla terza delle (9).

Oltre alla predisposizione dei vari piani occorre, attraverso i commutatori relativi alle varie reti, fissare poi le selezioni tra i piani stessi.

Questo procedimento per predisporre l'unità in modo che generi la funzione assegnata non è molto lungo e laborioso; esso richiede tuttavia il calcolo dei parametri relativi ai singoli piani e la lettura di tre valori delle tensioni in gioco per ogni piano.

Un procedimento diverso, che elimina questi svantaggi

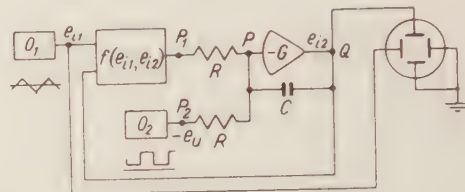


Fig. 19. — Schema per la predisposizione del generatore con l'oscilloscopio.

ma richiede qualche aggiustamento successivo nella manovra dei potenziometri, è illustrato nella fig. 19 <sup>(13)</sup>. In questa è rappresentato lo schema relativo che comprende un amplificatore operazionale; se il circuito è stabile, il sistema evolve in maniera che il punto  $P$ , che si trova all'ingresso di un amplificatore a guadagno elevatissimo, si mantiene ad una tensione circa nulla. Di conseguenza, la tensione in  $P_1$ , fornita dal generatore, è opposta alla tensione  $-e_u$  in  $P_2$ , imposta mediante l'oscillatore  $O_2$ , e quindi la tensione presente all'uscita dell'amplificatore è la  $e_{i2}$  che soddisfa l'equazione  $f(e_{i1}, e_{i2}) - e_u = 0$ .

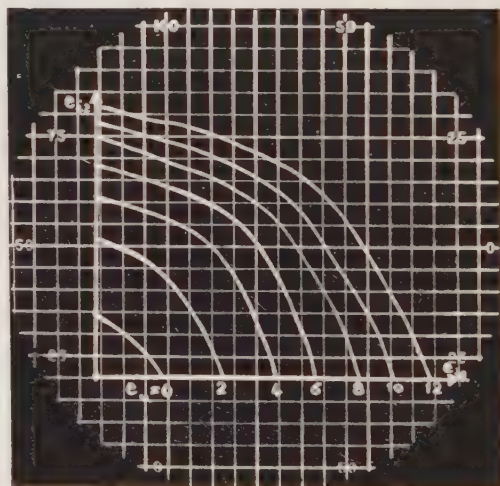


Fig. 20 a. — Fotografia di curve  $e_u = \text{cost}$ , per una superficie parabolica.

Portando alle placche orizzontali di un oscilloscopio  $e_{i1}$  ed a quelle verticali  $e_{i2}$ , si ottengono le curve  $e_u = \text{cost}$ ; poichè l'oscillatore  $O_2$  fornisce un'onda quadra, si ottengono due curve, corrispondenti ai due livelli dell'onda quadra. Con questo schema si può facilmente predisporre

<sup>(13)</sup> Il condensatore  $C$  serve al filtraggio della  $e_{i2}$ .



un piano, in quanto risultano visualizzate sullo schermo le due rette corrispondenti ai livelli dell'onda quadra; manovrando i potenziometri si può fare in modo che tali rette si sovrappongano a quelle desiderate (cfr. fig. 18 a).

È chiaro allora il procedimento che si può seguire ri-

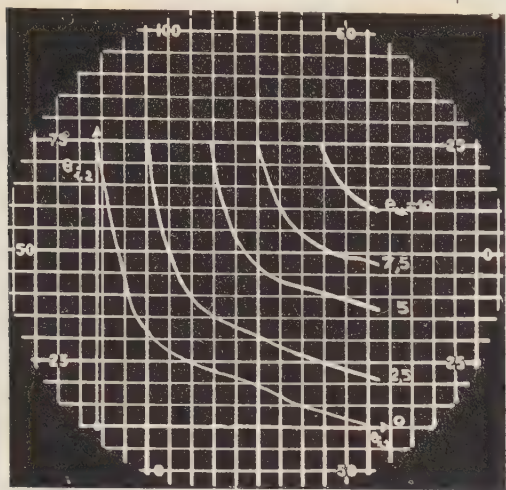


Fig. 20 b. - Fotografia di curve  $e_1$  cost. per una superficie iperbolica.

correndo allo schema ora illustrato: si disegnano le curve  $e_u = \text{cost}$  (scegliendo  $e_{u,k} - e_{u,k-1} = \text{cost}$ , volendo utilizzare per tutti i piani la stessa onda quadra) su un foglio di carta trasparente, che si dispone sullo schermo dell'oscilloscopio, e si predispongono i singoli piani secondo quanto prima detto, alimentando naturalmente il punto  $P_2$  con l'onda quadra sovrapposta ad un opportuno livello per avere le due tensioni  $e_{u,k}$  ed  $e_{u,k-1}$  necessarie.

Sono stati sperimentati ambedue i procedimenti sopra illustrati, trovando il secondo più rapido. A titolo di

illustrazione si riportano (fig. 20 a e 20 b) le fotografie di due serie di curve, corrispondenti ad una superficie parabolica (che richiede una sola selezione) e ad una superficie iperbolica (che richiede una doppia selezione).

## 6. - CONCLUSIONE.

Si è descritto un nuovo tipo di generatore di funzioni di due variabili indipendenti. Esso è basato sulla generazione di funzioni lineari di tali variabili mediante reti passive, e sulla loro selezione mediante diodi. In particolare si sono studiate le reti passive ed i circuiti di selezione. Si sono illustrate quindi le caratteristiche di un generatore costruito secondo tale principio, analizzando anche il problema della predisposizione.

Gli autori ringraziano il chiar.mo prof. Algeri Marino per il continuo interessamento e gli utili consigli.

Manoscritto pervenuto il 2 luglio 1959.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] F. H. RAYMOND: *Les analyseurs différentiels électroniques* - « Actes des Journées Internationales de Calcul Analogique » - Pagg. 28÷29. Bruxelles, Sett. 1955.
- [2] C. E. SHANNON: *Mathematical Theory of the Differential Analyzer Method of Computation*. - « Jour. Math. Phys. » - 1941, pag. 337.
- [3] G. A. BELKEY: *Generalized Integration of the Analog Computer*. Presentato alla National Simulation Conference - Dallas, Texas 23÷25 ott. 1958.
- [4] W. SEIFERT: *The Generation of Functions of Two Independent Variables*. « Actes des Journées Internationales de Calcul Analogique ». Pagg. 116-120. Bruxelles, Sett. 1955.
- [5] H. F. MEISSINGER: *An Electronic Circuit for the Generation of Functions of Several Variables*. - « IRE Convention Record », 1955, parte IV, pagg. 150÷161.
- [6] G. A. PHILBRICK - RESEARCHES INC. - Catalogo GAP/R Electronic Analog Computers. Model F2V Function of Two variables.
- [7] A. SUSINI: *Un generatore di funzione a diodi*. - « L'elettrotecnica », n. 11-1958, pag. 626÷629.



# ELEMENTI DI PROGETTO DELLA LINEA DI CONTATTO FILOVIARIA

SANTO PAPPALARDO (\*)

*Le linee filoviarie, per i vantaggi che le vetture su gomma arrecano ai trasporti collettivi nel loro campo di applicazione, da vari anni hanno acquistato un vasto uso nelle più importanti città.*

*L'impianto di linea aerea deve essere sottoposto ad uno studio accurato, dato che il filobus ha delle proprie leggi dalle quali non si può derogare se si vuole un servizio corretto con un impianto razionale.*

*L'autore illustra gli elementi essenziali relativi al progetto della linea aerea di contatto filoviaria, con riguardo alle caratteristiche tecniche e funzionali del materiale di linea normalmente in uso ed alle regole che vengono seguite nel progetto della rete aerea.*

1. - Allo stato attuale, i mezzi di trasporto pubblico in superficie normalmente in uso sono: tram, filobus ed autobus. Ognuno dei tre si propone il problema di servire il pubblico nel modo migliore e con un esercizio il più economico possibile. Alla scelta, pertanto, del tipo di linea di trasporto urbano concorrono — oltre che problemi di natura urbanistica — problemi di carattere squisitamente economico.

Infatti, da un lato la linea tranviaria richiede una spesa di impianto rilevante; il tram viaggia con un ingombro rigido notevole, specie se corre su sede promiscua. La linea filoviaria, invece, ha una spesa di impianto ridotta (in linea di massima circa 5÷6 volte minore della linea tranviaria); il filobus presenta una mobilità molto maggiore del tram e può girare su curve di raggio minore che per le vetture tranviarie. La linea automobilistica infine non richiede praticamente spese di impianto; è del tutto indipendente ed estremamente elastica rispetto agli altri due mezzi di trasporto.

Per quanto riguarda le spese di esercizio, si può dire che il costo della vettura/km è all'incirca uguale per il tram ed il filobus; mentre per l'autobus il costo di esercizio è più elevato, dato il prezzo della nafta rispetto a quello dell'energia elettrica.

Si aggiunga d'altro lato che la potenzialità di trasporto è maggiore per il tram che per il filobus; ed ancora è maggiore per il filobus che per l'autobus.

È per questo che, visto il problema sotto tale aspetto, esistono dei limiti di convenienza economica per ciascuno dei tre mezzi di trasporto pubblico, limiti che si possono orientativamente riassumere come segue: tram, per un servizio con più di 2 500 passeggeri/ora, ovvero con una frequenza di trasporto maggiore di 3 minuti; filobus, per un servizio con 800÷2 500 passeggeri/ora, oppure con una frequenza maggiore di 6÷8 minuti; autobus per un servizio avente un numero di passeggeri/ora minore di 800, oppure una frequenza minore di 6 minuti.

Esiste naturalmente un limite massimo di viaggiatori/ora oltre il quale non sarebbe conveniente istituire una linea tranviaria; sembra infatti che, per un servizio con più di 10 000 viaggiatori/ora, sia opportuno pensare ad una linea metropolitana.

Il problema rispecchia inoltre altri lati di interesse notevole; infatti la velocità commerciale (cioè la velocità

di percorso calcolata tenendo conto delle fermate) ha una grande importanza ai fini economici, dato che una velocità commerciale alta implica un numero minore di vetture in circolazione, e quindi minori quote di ammortamento, minori spese per il personale (che per un'azienda di trasporto pubblico gravano in misura del 60÷70% circa), minori consumi, ecc. A volte l'uso di un tipo di veicolo per trasporto pubblico, viene escluso proprio perché la sua velocità commerciale risulta bassa, oltre che la sua frequenza congestiona il traffico, sia degli altri mezzi di trasporto pubblico che dei mezzi di trasporto privato.

Inoltre per le vetture urbane di servizio pubblico è preziosa una elevata accelerazione che — per brevi percorsi — esalta la velocità media e per l'intera linea la velocità commerciale; le elevate accelerazioni, infatti, sono in città molto più utili delle velocità massime difficilmente raggiungibili. Per cui è molto vantaggioso un tipo di motore che può fornire una coppia elevata all'avviamento e sufficientemente modesta in regime. Il motore Diesel non ha le caratteristiche di elasticità richieste, dato che la sua coppia motrice è pressoché costante al variare del numero di giri e la vettura ha bisogno del « cambio » di velocità per correggere la propria « anelasticità »; al contrario, il motore elettrico a corrente continua eccitato in serie fornisce una coppia motrice variabile, ed esattamente elevata alle piccole velocità e ridotta alle velocità di regime, cioè proprio quando non è necessario un valore alto della coppia, mancando l'accelerazione.

A parte ogni considerazione di cui sopra, qui di seguito saranno esaminati taluni problemi caratteristici del progetto di una linea filoviaria, considerando esigenze viabilistiche, costruttive e funzionali della linea di contatto di un mezzo di trasporto che, per le sue peculiari proprietà, ha conquistato da vari anni, e per quanto concerne il campo più utile della sua applicazione, i servizi di trasporto pubblico delle città italiane ed estere.

In questa rapida rassegna risulta inoltre chiaro che la scelta del mezzo di trasporto pubblico è funzione dei costi di impianto, di esercizio, della potenzialità di trasporto ed infine del percorso: infatti, motivi urbanistici o decorativi (piazze architettoniche, strade con palazzi monumentali) possono impedire l'uso dei bifilari filoviarie o della linea aerea tranviaria.

2. - Il tracciato di una nuova linea filoviaria è il primo stadio del progetto della linea stessa; tale tracciato viene stabilito normalmente in funzione dei punti estremi (capolinea) che il mezzo di trasporto deve raggiungere, mentre le zone intermedie che la nuova linea deve servire vengono stabilite tenendo conto della densità di abitazioni nella zona, delle esigenze viabilistiche e delle possibilità di attuare percorsi quanto meno tortuosi e lungo vie facilmente accessibili. È opportuno naturalmente servire zone per quanto possibile densamente popolate, viaggiando su strade possibilmente a traffico poco congestionato (in modo da realizzare dei valori accettabili della velocità commerciale), con tracciato che per quanto possibile non diverga eccessivamente dal rettilineo, ed infine scartando le vie le cui dimensioni trasversali lasciano prevedere un difficile transito delle vetture filoviarie. Uno

(\*) Dott. ing. PAPPALARDO SANTO, della Azienda Tranviaria Municipale di Milano.



dei problemi iniziali è quello di stabilire la posizione del bifilare nel piano perpendicolare all'asse stradale; tale posizione si può decomporre secondo due direzioni, la direzione verticale e l'orizzontale. La posizione verticale, funzione dell'altezza delle vetture filoviarie e del valore desiderato della pressione del pattino sul filo (al fine di una buona aderenza fra il filo di contatto e la presa di corrente), normalmente oscilla dai 5,50 ai 5,80 m dal piano della carreggiata stradale.

La posizione dei bifilari secondo la direzione orizzontale deve soddisfare ad esigenze diverse. In primo luogo si prospetta la necessità che la posizione del bifilare rispetto al ciglio del marciapiede deve avere una distanza tale da permettere facilmente l'accostamento delle vetture filoviarie al marciapiede stesso, allorchè deve essere osservata la fermata di linea; quanto più la posizione del bifilare soddisfa la condizione suddetta, tanto più il manovratore « sente » la sicurezza di un buon accostamento, senza timore di scarrucolare. Un buon accostamento della vettura al marciapiede comporta sulla carreggiata stradale un ingombro trasversale minore ed una aumentata possibilità di sorpasso delle vetture che seguono il filobus in sosta. Inoltre, una esagerata distanza dei bifilari rispetto al ciglio del marciapiede (destro rispetto al senso di marcia) può arrecare inconvenienti e rotture delle corde di manovra delle aste allorchè un veicolo con sagoma superiore a 4 m sorpassa la vettura filoviaria in sosta (fig. 1); con le nuove norme del Codice della Strada, le quali fis-

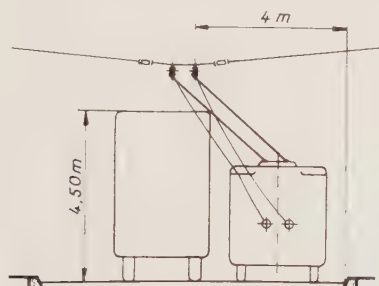


Fig. 1.

sano a 4 m dal piano stradale la sagoma limite dei veicoli, il verificarsi di tale pericolo verrebbe diminuito, ma non completamente escluso, dato che l'inconveniente è pure funzione della configurazione della corda di manovra delle aste.

Secondo le osservazioni suddette, sembrerebbe che la posizione del bifilare dovrebbe essere quanto più prossima possibile al marciapiede, compatibilmente al valore della distanza di sicurezza del filo sotto tensione rispetto alle finestre e balconi dei palazzi vicini ed alla necessità di fare transitare le vetture con le aste in posizione quanto possibile contenute nella sezione longitudinale. Riducendo però al minimo tale distanza si rovescia il problema, in quanto i timori esposti precedentemente nasceranno nell'eventualità (assai facile) che la vettura filoviaria deve sorpassare i veicoli in sosta sul lato destro della carreggiata.

La soluzione di compromesso con i problemi accennati è quella di fare oscillare la distanza della mezzzeria del bifilare rispetto al ciglio del marciapiede destro, nel senso del moto della vettura, dai 3,70 ai 3,50 m, in funzione della necessità più o meno frequente di eseguire dei sorpassi rispetto veicoli in sosta (1).

In sede di progetto è importante valutare la possibilità di un sufficiente volteggiamento delle vetture filoviarie, allorchè esse vengono a trovarsi contemporaneamente (ed in senso opposto) in curva; oppure allorchè si vuole (il che si rende necessario praticamente sempre) che la

vettura volteggi mantenendo la sua fascia d'ingombro quanto più possibile sulla corsia di destra, senza interessare la corsia di sinistra su cui scorre il traffico in senso opposto. In molti casi il problema si risolve smussando opportunamente i marciapiedi, così come si nota dalla fig. 2; come si vede dal disegno, la striscia d'ingombro della vettura filoviaria in curva interessa una zona del

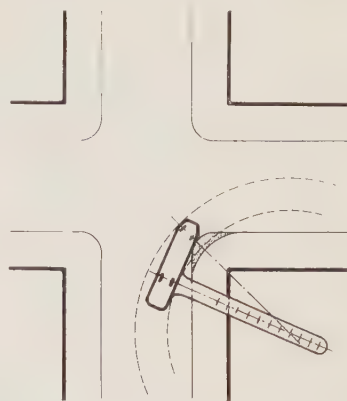


Fig. 2.

marciapiede che può essere ritoccata. Il tracciamento dell'ingombro può eseguirsi con un metodo semplice, anche se non del tutto ortodosso, e che dà sufficienti risultati pratici; infatti predisponendo la sagoma della vettura filoviaria, in cartone e nella stessa scala (normalmente 1:200) del disegno planimetrico della zona interessata (v. fig. 2), si possono segnare su un'appendice solidale al modello della vettura i centri di rotazione al variare dell'angolo di sterzata del veicolo. In tal modo si può segnare sul disegno la fascia d'ingombro in curva per ogni valore del centro di rotazione e verificare se il volteggiamento della vettura, con i valori maggiori dell'angolo di sterzata, può avvenire o meno.

3. - I sistemi di sospensione più in uso nelle linee di contatto filoviarie sono di due tipi: sospensione rigida e sospensione elastica. La sospensione rigida, illustrata dalla fig. 3, è di estrema semplicità in quanto lega direttamente ed a mezzo di un morsetto isolato il filo di rame al tirante trasversale; quest'ultimo, tramite l'interposizione di un isolatore, viene ancorato alle estremità a pali o ganci.



Fig. 3.

Tale sistema, che è ancora molto usato perchè offre la possibilità di realizzare un impianto semplice ed esteticamente soddisfacente, può essere sostituito dal secondo: il sistema elastico.

Un tipo di sospensione elastica è quello illustrato dalla fig. 4, tendente ad eliminare i punti rigidi della linea in corrispondenza delle sospensioni, a creare un'autocom-

(1) Valori maggiori possono essere assegnati per ampie carreggiate a senso unico e con soste « a pettine » lungo i marciapiedi.



pensazione delle variazioni di tensione meccanica dei fili di contatto in funzione della temperatura, a portare alla adozione di campate più lunghe ed infine a diminuire la usura del filo di contatto. Il principio di tale sistema consiste nel costruire una sospensione che viene collegata al



Fig. 4.

filo di rame a mezzo di un parallelogrammo articolato (fig. 5).

Le due forze, la  $P$  verticale dovuta al peso della campata e la  $S$  dovuta alla tensione meccanica derivante dal fatto che il filo di contatto viene posato con un andamento a leggero zig-zag e con una deviazione  $\alpha$  che va da

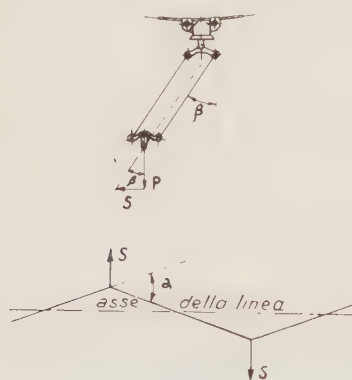


Fig. 5.

1° a 2°,30, si compongono secondo una risultante inclinata di un angolo  $\beta$  tale che:

$$\tan \beta = \frac{S}{P}$$

essendo naturalmente

$$S = 2 T \sin \frac{\alpha}{2}$$

ove con  $T$  si indichi il valore della tensione meccanica assegnata al filo di contatto in sede di posa.

Al passaggio del pattino di presa corrente, il punto di sospensione  $O$  descrive un breve arco di cerchio dovuto alla nuova posizione di equilibrio secondo la risultante delle nuove forze agenti; cioè di quelle prima dette e

della spinta verticale trasmessa dal pattino al filo di contatto.

Al variare della temperatura accade inoltre che (figura 5 bis):

1) al crescere della temperatura l'allungamento del filo di contatto provoca la diminuzione dell'angolo  $\beta$  e

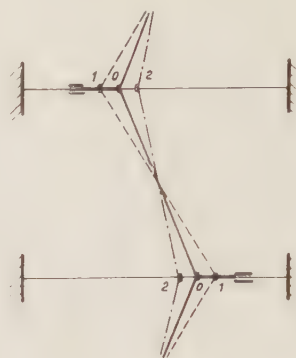


Fig. 5 bis.

l'aumento dell'angolo  $\alpha$  con la conseguente diminuzione della freccia meccanica, in quanto il filo viene teso;

2) al diminuire della temperatura aumenta l'angolo  $\beta$ , ma diminuisce l'angolo  $\alpha$  in modo da compensare parzialmente le maggiori sollecitazioni trasversali derivanti dalla poligonazione della linea.

Sia la sospensione rigida che la sospensione tipo K. & M. sono montati con sospensione trasversale; un tipo di sospensione tendente a realizzare gli stessi vantaggi della sospensione elastica è quella a pendinatura (fig. 6). Essa è costituita da una catenaria longitudinale a cui vengono collegati i fili di contatto a mezzo di una speciale pendinatura; si possono realizzare così campate abbastanza



Fig. 6.

lunghe, con punti di sospensione vicini e quindi valori e variazioni di freccia limitate.

Stabilito il tipo di sospensione da adottare, in funzione dei vantaggi e degli svantaggi che ognuno di essi presentano, è necessario studiare le azioni meccaniche che i tiranti trasmettono ai loro sostegni, al fine di dimensionare questi ultimi.

In rettilineo, il tirante trasmette al proprio sostegno uno sforzo somma dell'effetto del peso dei fili di contatto, delle sospensioni e dei tiranti stessi nonché dell'azione del vento sui fili.



Riferendoci al tipo di montaggio più in uso nella sospensione trasversale rigida (fig. 7) ed indicando con  $L$  la lunghezza della campata e con  $\gamma$  il peso specifico del filo di contatto, il peso della campata relativa al semplice bifilare sarà  $P = 2 \cdot \gamma \cdot L$ ;  $L$  assume dei valori compresi fra 25 e 28 m per sospensioni del tipo rigido e fra 35 e 40 m per sospensioni di tipo elastico. Essendo il tirante che va al sostegno inclinato di circa  $1/10$  rispetto la direzione orizzontale, si può con buona approssimazione dire che lo sforzo che il peso della campata trasmette al sostegno sarà  $10(P + Q)$ , essendo  $Q$  il peso proprio delle due sospensioni e del tirante di sostegno.

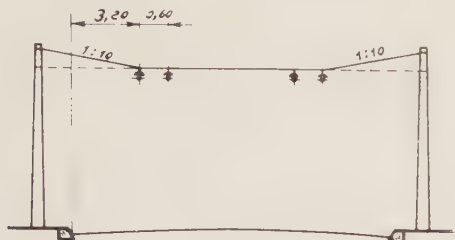


Fig. 7.

L'azione del vento sui fili si calcola con la relazione:

$$F = 0,0045 \cdot V^2 \cdot d \cdot L \text{ (Kg)}$$

essendo:

$d$  = diametro del conduttore in m ( )

$L$  = lunghezza della campata in m

$V$  = velocità del vento in Km/h.

Il valore calcolato dovrà essere moltiplicato per 4 per prevedere la condizione più sfavorevole di vento spirante secondo un'unica direzione ed interessante i quattro fili.

In curva il calcolo delle sollecitazioni trasmesse dalla linea ad ogni tirante e quindi al sostegno diventa più laborioso. Anzitutto bisogna premettere che il problema di disegnare una tiranteria che sostenga un tratto di bifilare (o di doppio bifilare) fluviale in curva ammette diverse soluzioni, in quanto dipende da vari fattori: possibilità di poter disporre le palificazioni o i ganci in determinati punti, legame fra nuovo tronco di filovia in progetto e tronchi già esistenti, versatilità del progettista di disegnare in un modo o nell'altro la disposizione planimetrica della tiranteria in curva, ed altri ancora (fig. 8).

Il criterio di massima seguito è quello di dividere (fig. 8 bis) l'angolo totale abbracciato dalla curva in tante parti per quanto possibile eguali, che sono poi gli angoli formati da due lati successivi del poligono che sostituisce la curva circolare. Il valore di ognuno di tali angoli è funzione, oltre che del raggio di curvatura, anche della velocità di transito che la vettura deve realizzare in quel determinato tratto della linea; nel senso che, a parità di raggio di curvatura, si possono scegliere angoli  $\alpha$  più o meno grandi a seconda che la vettura filoviaria in quel punto deve tenere una velocità di marcia bassa oppure può tenerla relativamente elevata.

In linea di massima, tenendo conto che ad ampi raggi corrispondono piccoli angoli di spezzettamento e viceversa (per compensare il fatto che la vettura tende a tenere una velocità di marcia più elevata, col conseguente pericolo di scarrucolamento, in curve ad ampio raggio e viceversa), per raggi di curvatura da 10 a 400 m si usano angoli  $\alpha$  da  $9^\circ$  a  $4^\circ$ ; noto  $\alpha$ , viene determinata la lunghezza di ogni singolo lato del poligono. In ogni singolo vertice, se  $T$  è la tensione di posa del filo di contatto

(1) O del cerchio circoscritto alla sezione retta del manicotto di ghiaccio con spessore 12 mm, ove le speciali condizioni locali impongono considerare l'ipotesi di temperature a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

(variabile da 5 a 9 kg/mm<sup>2</sup> a seconda della stagione di posa), nascerà un tiro  $S = 2 T \sin \alpha/2$  per ciascun filo della linea di contatto, dovuto all'azione che questo tra-

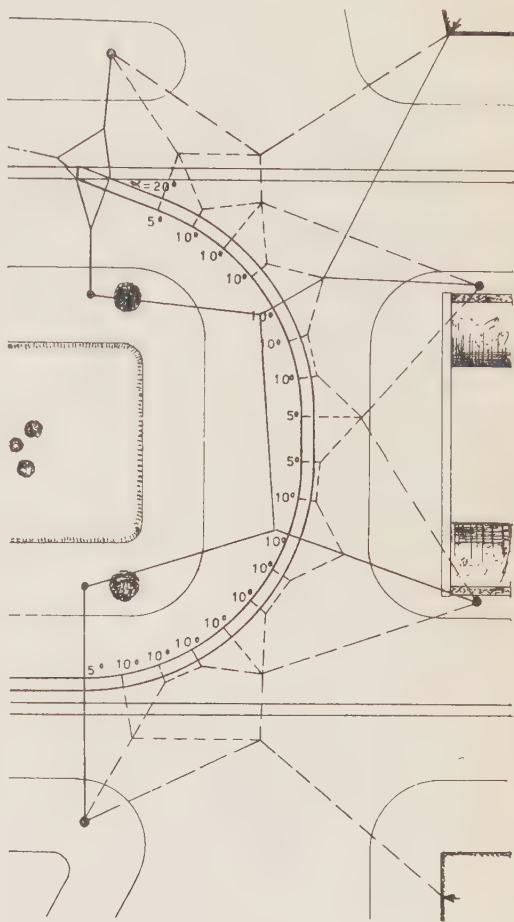


Fig. 8.

smette al relativo tirante; la decomposizione grafica di tale forza lungo la direzione dei tiranti di sostegno e le successive composizioni portano alla determinazione dello sforzo sul sostegno.

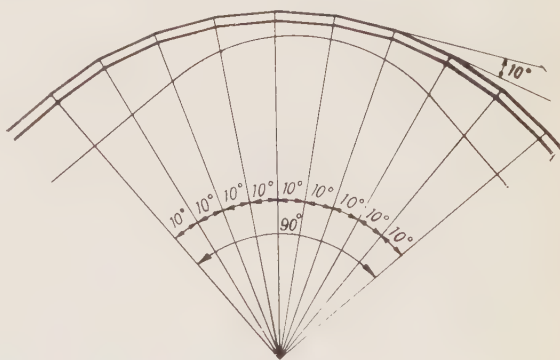


Fig. 8 bis

. Da quanto detto, è determinato in ogni caso il tiro trasmesso dal tirante al sostegno nella sezione di attacco (collare) del tirante al palo.

Il tiro in testa al palo viene calcolato scrivendo l'equazione di equilibrio dei momenti, dati dal tiro sul collare



e dal tiro in cima, rispetto la sezione di incastro del palo stesso <sup>(3)</sup>.

Il tiro in testa aggiuntivo, dovuto all'azione del vento sul palo viene determinato con la relazione:

$$F_1 = 76 \frac{l}{6} (a + 2b) \text{ Kg}$$

essendo:

$l$  = lunghezza del palo in m

$a, b$  = rispettivamente il diametro del palo nella sezione di incastro ed in cima in m.

Noto il tiro in testa, dalle tabelle dei singoli costruttori si può scegliere il tipo di palo avente l'altezza desiderata e le dimensioni che soddisfano le leggi della resistenza dei materiali.

Il valore del tiro in testa è utile anche per determinare le dimensioni del blocco di fondazione. Infatti (fig. 9), il tiro in testa genera un momento di rovesciamento:

$$M_R = T \cdot L_1$$

essendo  $L_1$  l'altezza del palo fuori terra più l'altezza del blocco di fondazione.



Fig. 9.

A questo momento di rovesciamento si oppone il momento stabilizzante, dato dal peso del blocco di fondazione e del sostegno nonché dalla resistenza del terreno, il cui valore sarà:

$$(I) \quad M_S = (x^2 \cdot h \cdot j + Q) \frac{x}{2} + R \cdot \frac{h}{3}$$

essendo:

$x$  = larghezza del blocco a sezione quadrata in m

$h$  = altezza del blocco in m

$j$  = peso specifico del calcestruzzo in Kg/m<sup>3</sup>

$Q$  = peso del palo di sostegno in Kg

$R$  = risultante delle reazioni del terreno, in Kg.

Tale relazione, tenendo conto degli opportuni coefficienti, diventa:

$$(2) \quad M_S = 0,5 P \cdot x + 1100 h^3 \cdot x,$$

essendo  $P = x^2 h j + Q$  (kg) la risultante dei carichi verticali.

La formula del CEI, più prudentiale, si presenta sotto la forma:

$$(2') \quad M_S = 0,45 P \cdot x + 720 h^3 \cdot x.$$

<sup>(3)</sup> Infatti, se con  $l$  si indica la lunghezza del palo fuori terra e con  $l_1$  la lunghezza del palo dalla sezione di incastro alla sezione di attacco del collare, il tiro in testa sarà dato dal tiro sul collare per il rapporto  $l_1/l$ .

Per l'equilibrio dovrà essere:

$$M_R \leq M_S,$$

per cui, essendo  $M_R = T \cdot L_1$ , la equazione (2) o la (2') forniscono la incognita  $x$  in funzione degli altri elementi prefissati. Il rapporto  $M_S/M_R = K$  si chiama grado di stabilità ed è eguale a 1 per fondazioni a gravità ed a 1,3 per fondazioni su terreno resistente.

La equazione (2) si può però risolvere solo per tentativi, dato che nella (2') il termine  $P$  è funzione dell'incognita  $x$  che si vuole determinare. La soluzione più ortodossa è quella di sviluppare la (1) secondo la:

$$(1') \quad M_S = \frac{h x^3 j}{2} + \frac{Q x}{2} + r \cdot x \cdot h^3$$

ovvero, raggruppando i termini costanti:

$$(1'') \quad M_S = a \cdot x^3 + b x = K \cdot T \cdot L_1.$$

Tale equazione, di terzo grado nell'incognita  $x$ , si può risolvere graficamente. Infatti si possono, per un tipo di palo, dare vari valori a  $T$  e trovare i corrispondenti valori di  $x$  secondo le:

$$(3) \quad \begin{cases} K T L_1 = a x^3 \\ K T L_1 = b x \end{cases}$$

In un grafico  $T = f(x)$  (fig. 10) si possono rappresentare due curve, ognuna relativa ad una delle due equazioni (3); per cui, sommando le rispettive ascisse delle due curve, si ottiene la rappresentazione grafica della (1').

Per un tipo di palo si ottiene quindi il grafico  $x = f(M_S)$ , e per i tipi più comuni di pali in uso si possono ricavare delle famiglie di curve atte a risolvere il problema in ogni caso; nel calcolo va prefissato il valore  $h$  (altezza del blocco), in modo da introdurre solo la variabile  $x$ . L'altezza del blocco si fissa da 1 a 1,70 m per i pali che hanno

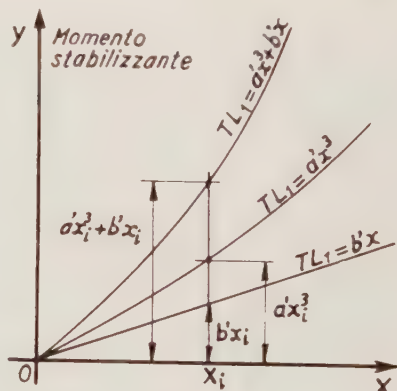


Fig. 10.

il diametro alla base rispettivamente da 90 a 470 mm.

La equazione (1') si semplifica nel caso di fondazione a gravità, essendo in tal caso  $r = 0$ ; il resto della trattazione rimane invariato.

4. - Dal punto di vista economico, le linee di contatto filoviarie hanno un costo unitario che può essere facilmente schematizzato in funzione dei singoli tipi di impianto: a semplice bifilare, a doppio bifilare, in rettilo ed in curva e rispettivamente per impianto montato su pali e su ganci. Se da un lato può essere semplice prevenire dei costi unitari dell'impianto filoviario sommando i costi del materiale e della manodopera occorrente a montare un chilometro di linea di contatto e per le varie ipotesi su accennate, dall'altro lato bisogna aggiungere che i risultati ottenuti devono essere considerati con cau-



tela in quanto molti elementi concorrono a fare variare il costo della linea aerea entro limiti sensibilmente apprezzabili. Infatti, i costi del materiale variano in funzione del tipo di linea aerea adottata ed al tracciato che si vuole ottenere, nel senso che l'interferenza della nuova linea da costruire con le linee esistenti detta la quantità di scambi ed incroci da montare; il costo della manodopera varia in funzione delle zone su cui si monta l'impianto, in quanto il traffico veicolare della zona di lavoro è un elemento che influisce sui tempi di montaggio; i costi delle palificazioni dipendono dai tipi di pali adottati, in quanto l'uso dei pali in calcestruzzo realizza una economia a volte notevole rispetto alla spesa che si sarebbe sostenuta con l'uso dei pali Mannesmann.

Evidentemente, per quest'ultimo caso, ci sono vantaggi e svantaggi che consigliano la scelta del tipo di palo più opportuno. Il palo Mannesmann ha il vantaggio di avere dimensioni minori, a parità di prestazioni del palo in calcestruzzo; appunto perchè meno pesante è più facilmente trasportabile e quindi di facile movimento; ha lo svantaggio però, oltre al costo di primo impianto, di assorbire una certa manutenzione dovendo essere verniciato periodicamente per preservarlo dalla ruggine. Il palo in calcestruzzo ha invece il vantaggio di avere costi minori, assenza di manutenzione; di contro è più pesante, consente meno elasticità di movimenti ed ha dimensioni superiori, a parità di prestazione, dei pali Mannesmann (cosa che a volte ne vieta l'uso in piazze o vie di particolare interesse estetico).

Le spese di impianto per una linea di contatto filoviaria vengono distribuite, grosso modo, secondo gli schemi seguenti: costo materiale di linea  $30 \div 35$  % circa, costo per palificazioni e fondazioni  $40 \div 45$  % circa, costo mano d'opera  $20 \div 25$  % circa del costo totale dell'impianto.

Per quanto riguarda la scelta del materiale necessario, è utile esaminare alcuni elementi che portano alla individuazione del materiale tecnicamente più favorevole. Sulla scelta dei pali di sostegno sono stati già accennati gli elementi che giocano sul problema.

Il filo di contatto, normalmente in uso, viene costruito opportunamente sagomato, con sezione di 65 - 80 - 100 - 120 mm<sup>2</sup>, carico di rottura di circa 38 kg/mm<sup>2</sup>, resistenza elettrica da 17,7 a 17,9  $\Omega$ .mm<sup>2</sup>/km. La tiranteria di sostegno viene realizzata in treccia o filo di acciaio, di sezione compatibile col tiro e le azioni dinamiche che devono essere sopportati; normalmente viene usata treccia di acciaio avente diametro  $9 \div 6$  mm e filo di acciaio con diametro  $5 \div 4$  mm. Le sospensioni, complete di rochetto isolante e di morsetti di attacco del filo di contatto, differiscono secondo che si tratti di sospensione rigida od elastica.

Particolare interesse desta la scelta del materiale relativo ai « punti singolari » della linea filoviaria: incroci e scambi. Questi sono i punti della linea in cui si verificano i maggiori urti del pattino, con usura e probabile rottura del filo di contatto, oltre che continue « sfiammate » dovute al fatto che in questi punti viene interrotta la corrente di alimentazione, causa la presenza delle piastre isolanti di sezionamento.

A limitare gli urti possono essere utili degli scambi costruiti in modo che il pattino, allorchè passa dal filo di contatto all'ingresso della lingua dello scambio, possa scorrere su un breve tratto in modo da viaggiare non sul « ventre » ma sui « fianchi ». In tal modo il pattino riesce a « planare » all'ingresso dello scambio, nel senso che percorre lo scambio stesso poggiandosi sui fianchi, per ritornare alla posizione primitiva (cioè continuare a viaggiare sulla normale superficie di strisciamento) con una certa continuità, dopo aver superato lo scambio stesso.

Un concetto del genere può agevolare l'impiego dei pattini di carbone che, per loro natura, temono in modo sensibile gli urti nei « punti singolari » della linea filoviaria. L'uso dei pattini di carbone infatti presenta degli svantaggi derivanti appunto dal consumo eccessivo di

tale tipo di strisciante e di conseguenza dalle aumentate spese di manutenzione di porta-pattini; i vantaggi viceversa sono rilevanti, in quanto si può ottenere col loro uso una minore usura del filo di contatto, una diminuita manutenzione di linea e l'eliminazione della lubrificazione periodica della linea stessa. L'uso del pattino di carbone viene dettato da un bilancio economico d'esercizio, in quanto è consigliabile solo quando le spese necessarie per i ricambi (causati dalle rotture) e la manutenzione dei pattini e rispettivi portapattini non sono superiori all'onere scaturente dalle necessità di lubrificare la linea e dalla maggiore usura del filo di contatto dovuto all'uso del pattino di ghisa.

I tipi di scambi filoviarli normalmente in uso sono: a comando automatico ed a comando manuale. Gli scambi a comando automatico sono previsti con una bobina elettromagnetica che aziona le lingue dello scambio stesso; tale bobina viene inserita in serie al motore di trazione, mediante piastre di comando opportunamente disposte. Anzi, a secondo che le piastre di comando vengono disposte distanti dallo scambio o meno, si possono realizzare due sottotipi di scambi comandati automaticamente: a « comando a distanza » ed a « comando sotto ». Il tipo comandato a distanza ha il vantaggio di potere predisporre le lingue diversi metri prima che il pattino impegni lo scambio; ciò dà più sicurezza di guida al manovratore, il quale sa di avere sistemate le lingue qualche istante prima di impegnarle, tanto più se l'avvenuta manovra viene segnalata da una lampada spia posta in posizione opportuna. Ma proprio da questa sicurezza di guida ne consegue la possibilità di impegnare lo scambio con una velocità non compatibile con gli effetti provocati dagli urti inevitabili nel « punto singolare »; effetti che in molti casi consistono nella « scarrucolamento » delle aste ed in ogni caso in una maggiore usura del filo di contatto in prossimità dello scambio. Viceversa lo scambio « comandato sotto », appunto perchè ha la sezione di comando affiancata allo scambio vero e proprio, impone che lo spostamento delle lingue avvenga allorchè il fronte della vettura ha oltrepassato di alcuni metri la sezione di comando; il guidatore non può avere la certezza di essersi predisposto lo scambio secondo la via desiderata, per cui — allorchè « sente » di essere nella sezione di comando — dovrà necessariamente rallentare, evitando così gli effetti provocabili da una velocità non compatibile.

In ogni caso, la scelta dell'uno o dell'altro tipo va ponderata in conseguenza ai vantaggi che si possono ottenere, non esclusi quelli scaturenti da vincoli di natura viabilistica che a volte vengono a presentarsi in zone ad alto traffico veicolare.

Comandato lo scambio, le lingue vengono riportate alla posizione di riposo da un dispositivo meccanico comandato dalle aste durante il loro cammino. Pertanto uno scambio filoviario ha, a bobina diseccitata, una posizione fissa (di riposo) delle lingue, che può essere deviata solo se si eccita la bobina di comando tramite la corrente assorbita dal motore; mentre per non fare intervenire la azione della bobina necessita impegnare il breve tratto di comando « ad inerzia », cioè senza assorbire corrente col motore di trazione. Da qui la opportunità di prevedere lo scambio in maniera che la posizione di riposo delle lingue permetta il transito delle vetture lungo la direzione a più intenso traffico filoviario; in tal modo si ottiene lo scopo di diminuire il numero di interventi della bobina e le relative sfiammate.

Gli scambi manuali sono dello stesso tipo di quelli automatici, solo che la manovra necessaria a deviare le lingue dal loro stato di riposo viene ottenuta manualmente; il ritorno alla posizione primitiva viene realizzato con una molla. Gli scambi manuali trovano la loro frequente applicazione negli anelli di volteggiamento, in tratti di linea allacciati alle rimesse e nell'interno delle rimesse stesse; cioè in quei casi in cui si deve manovrare lo scambio con una frequenza bassa, ed in quei luoghi in cui si può comodamente eseguire la manovra senza intralci causati al



traffico e senza preoccupazioni di perdite di tempo. In taluni casi anzi, cioè ove l'uso della deviazione è assai raro, si preferisce affiancare i bifilari alla linea di normale esercizio senza l'interposizione dello scambio (che, come si è visto, costituisce sempre un punto singolare che presenta notevoli svantaggi causa gli urti del pattino ed il pericolo di scarrucolamento); in tal modo si realizza la deviazione del percorso della vettura filoviaria col « salto delle aste » da un bifilare ad un altro.

I tipi di scambi esaminati servono a discriminare la direzione di marcia, e per questo vengono chiamati « scambi di imbocco »; viceversa, ove due linee filoviarie confluiscono in una, sono previsti gli « scambi di confluenza ». Questi ultimi sono meccanicamente identici a quelli descritti precedentemente, solo che non hanno bisogno di avere le lingue mobili, e quindi di essere comandati, per evidenti ragioni di funzionalità.

Lo stesso concetto costruttivo che può essere tenuto presente per limitare gli urti del pattino nello scambio potrebbe essere ripetuto nelle piastre costituenti l'incrocio, concetto che oltre tutto aiuta l'adozione del pattino di carbone.

La presenza dell'incrocio impone la necessità di sezionare i fili di contatto con piastre isolanti, per evitare il cortocircuito. Tali piastre devono essere costituite da materiale che abbia le seguenti proprietà: buona rigidità dielettrica (nelle peggiori condizioni atmosferiche), resistenza meccanica adeguata ai tiri di linea, resilienza sufficiente per potere resistere agli urti delle aste trolley in caso di scarrucolamento, resistenza all'usura dovuta al ripetuto passaggio del pattino.

Il filo di contatto che sembra più consigliabile da sezionare è quello avente polarità positiva (fig. 11 a); ciò in

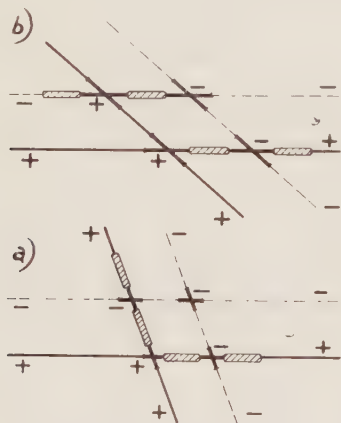


Fig. 11.

quanto si è sicuri che, ove la vettura si fermi per guasto con le aste in corrispondenza delle piastre d'incrocio, non si presenta il pericolo che la carrozzeria della vettura stessa vada sotto tensione per difetto di isolamento delle condutture elettriche dell'equipaggiamento mobile. Pericolo che si ripercuote sulle persone, dato che in tale circostanza si cerca di spingere la vettura a mano in modo da farle superare il tratto isolato. Questa osservazione vale per quegli impianti aventi il filo a polarità negativa connesso a terra o alle rotaie dell'impianto tranviario connesso. Tale criterio può essere sostituito da un secondo, col quale si tende a sezionare la linea su cui si verifica il minor numero di passaggi (cioè sia il filo a polarità positiva che quello a polarità negativa), in modo da diminuire la frequenza delle « sfiammate » all'atto del passaggio del pattino dal filo di contatto alla piastra isolante (fig. 11 b). Tale inconveniente però può essere limitato in modo soddisfacente imponendo agli autisti di linea di « togliere corrente agli incroci », interrompendo subito prima che il pattino entri nella sezione isolata la

alimentazione del motore di trazione; in più si possono adottare dispositivi da montare sull'incrocio che hanno lo scopo di far sì che l'arco elettrico non si formi in corrispondenza della piastra isolante, bensì in una camera spegniarco in modo da salvaguardare la vita delle piastre; infine si può scegliere un materiale quanto più adatto a resistere alle eventuali « inevitabili » sfiammate di linea, in modo da limitarne gli inconvenienti.

A conclusione di tale rapida rassegna si ricorda che è sempre opportuno prevedere in sede di progetto gli ormeggi degli scambi, in modo da equilibrare eventuali forze che tendono a fare ruotare gli scambi stessi sul piano orizzontale (fig. 12).

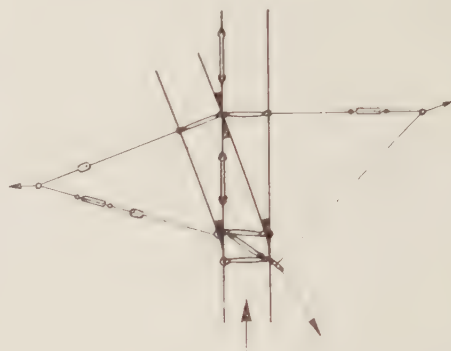


Fig. 12.

Infine si accenna l'adozione di speciali morsetti da usare in curva e che risolvano il problema di raccordare le linee di contatto con un numero minimo di sospensioni. Infatti, nelle presenti note si è visto che gli angoli  $\alpha$  delle polygonazioni in curva variano da  $9^\circ$  a  $4^\circ$ , a seconda del raggio di curvatura; noto quindi il raggio di curvatura si sceglie l'angolo  $\alpha$  più opportuno, cioè il numero delle sospensioni necessarie a raccordare la curva, in modo che essa venga ben seguita dalle aste lungo il movimento. L'uso dei speciali morsettoni risolve il problema di diminuire il numero di sospensioni, anche se l'angolo di polygonazione ottenuto risulta alto rispetto al raggio di curvatura prefissato. Tali morsettoni, di lunghezza variabile da 80 cm a 1,60 m, si adattano sulla linea in curva in quanto di tipo elastico, in modo da seguire per un certo tratto la linea di contatto ed evitare così lo spigolo eccessivo che si sarebbe formato con una sospensione normale e con un angolo di polygonazione relativamente alto.

La scelta del materiale di linea è il problema più gravoso che si presenta in sede di progetto ed esso va curato unitamente alla sistemazione planimetrica della linea e della tiranteria di sostegno; il problema ammette varie soluzioni, essendo legato alle necessità di un soddisfacente esercizio da un lato ed all'economia di impianto dall'altro, e le soluzioni vanno ricercate caso a caso, almeno per quelle situazioni in cui inevitabilmente non si possono creare schemi fissi o leggi generali.

5. - La linea di contatto filoviaria viene normalmente alimentata alla tensione nominale di 600 V corrente continua. L'alimentazione viene realizzata tramite più sottostazioni, dislocate in punti opportuni e possibilmente nei baricentri dei carichi delle varie zone in cui la rete è suddivisa; da ciascuna sottostazione partono più alimentatori, che vanno ad altrettanti centri di alimentazione situati in modo opportuno sia nei riguardi elettrici che nei riguardi delle possibilità relative alla circolazione filoviaria in caso di guasti ad uno degli alimentatori. Stabilita la distribuzione delle sottostazioni e quelle dei centri, si possono calcolare le linee e gli alimentatori partendo da un dato valore delle tensioni da mantenere nei

vari centri; ovvero, stabilita la sezione normalmente in uso per la linea di contatto, si può verificare il dato valore di tensione che si intende mantenere sia nei vari centri che nelle estremità più lontane della linea di contatto stessa. Il procedimento acquista così un significato di progetto o di verifica a secondo dei casi, e volta a volta ne scaturiscono gli accorgimenti necessari affinché le cadute di tensioni non superino certi limiti.

Le sezioni in rame più in uso per la linea di contatto filoviaria sono: 65 mm<sup>2</sup> con una resistenza di circa 0,28 Ω/km; 80 mm<sup>2</sup> con  $R \leq 0,22$  Ω/km; 100 mm<sup>2</sup> con  $R \leq 0,18$  Ω/km; 120 mm<sup>2</sup> con  $R \leq 0,15$  Ω/km.

Nota la velocità commerciale media delle vetture filoviarie nelle singole zone e la frequenza di transito, si conosce il numero  $n$  di vetture presenti contemporaneamente in un tratto di lunghezza  $L$  (m) dalla relazione:

$$n = \frac{L}{\lambda} \text{ (vetture),}$$

essendo:

$$\lambda = \frac{Vm \cdot 60 \cdot f}{3,6} \text{ (metri per vettura)}$$

una quantità che indica lo spazio in metri percorso da una vettura in  $f$  minuti primi, ed inoltre:

$Vm$  = velocità commerciali media in Km/h

$f$  = frequenza di transito (in minuti primi) di una vettura.

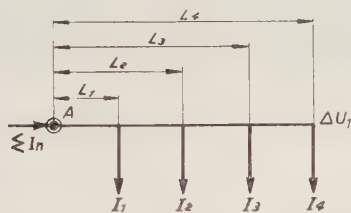


Fig. 13.

La velocità commerciale è funzione della zona cittadina e del suo traffico, ed in media per le linee urbane può considerarsi pari a 15÷20 km/ora.

Noto il numero di vetture contemporaneamente presenti nella tratta  $L$ , il problema viene ricondotto a schemi

più o meno semplici con soluzioni note. Riferendoci alla fig. 13 si ha:

$$\Delta U_l = \frac{\rho}{S} \sum_{n=1}^n I_n L_n,$$

essendo  $\rho$  e  $S$  rispettivamente la resistività e la sezione della linea di contatto e  $I_n$ ,  $L_n$  corrente lunghezza come dalla figura in riferimento.

La corrente derivata dal centro  $A$  è nota mentre la caduta relativa all'alimentatore sarà data dalla relazione:

$$\Delta U_a = \frac{\rho}{S} L_a \sum_{n=1}^n I_n.$$

Nel caso illustrato dalla fig. 14, avremo che i valori dei carichi nei centri  $A$  e  $B$  per un istante generico in cui i

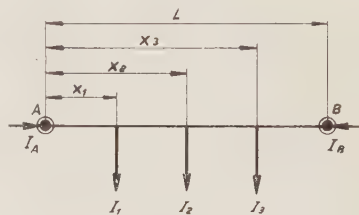


Fig. 14

carichi mobili assumono le posizioni indicate in figura saranno dati dalla relazione:

$$I_A = I_1 \cdot \frac{L - x_1}{L} + I_2 \cdot \frac{L - x_2}{L} + I_3 \cdot \frac{L - x_3}{L} + \dots$$

$$I_B = I_1 \cdot \frac{x_1}{L} + I_2 \cdot \frac{x_2}{L} + I_3 \cdot \frac{x_3}{L} + \dots$$

relazioni che stabiliscono il regime delle correnti in ogni punto della linea di contatto e quindi le cadute di tensione in essa e negli alimentatori.

Casi più complessi si presentano ove l'impianto filoviario è connesso meccanicamente ed elettricamente ad altri esistenti od alla linea di contatto tranviaria; in tal caso si presentano dei veri anelli, in generale sempre riducibili a schemi più o meno semplici per la cui calcolo si rimanda alle note trattazioni relative al calcolo delle reti elettriche.

*Manoscritto pervenuto il 18 novembre 1959.*



# MOTORI PRIMI IDRAULICI NELL'ANNO 1959

MARIO MEDICI (\*)

*Viene sinteticamente riassunta l'evoluzione intervenuta nel campo dei Motori Primi Idraulici durante l'anno 1959 e data succinta notizia degli sviluppi della progettazione, costruzione ed installazione dei turbomotori Pelton, Francis e Kaplan con particolare riferimento agli impianti idroelettrici italiani. Nel quadro della rassegna annuale, viene presentato altresì lo sviluppo in atto degli impianti di pompaggio e di accumulo d'energia idrica e delle caratteristiche idrotecniche del loro macchinario.*

Nell'anno 1959 la produzione idroelettrica italiana ha raggiunto i 35 miliardi di kWh, pari a circa il 70 % della produzione complessiva d'energia in Italia. Nella impostazione dei programmi di progettazione e costruzione di nuovi impianti idroelettrici sino al raggiungimento di una produzione idroelettrica, che con riferimento a criteri di economicità, viene posta dall'OECE su di una cifra-plafond dell'ordine dei 68 miliardi di kWh-annui, e, soprattutto, nel rinnovamento progressivo degli impianti esistenti, idrotecnicamente superati, verrà data la preferenza all'esecuzione di impianti attrezzabili con serbatoi di regolazione settimanale e giornaliera. Nel sistema idroelettrico italiano si prevede:

- a) la creazione di serbatoi di regolazione giornaliera o settimanale, ovunque essi siano attuabili;
- b) la creazione di serbatoi di grande capacità per la compensazione delle variazioni idrologiche stagionali;
- c) la massima utilizzazione delle possibilità offerte dal pompaggio per produrre dell'energia pregiata;
- d) l'aumento massimo possibile del rapporto fra la potenza installata e l'energia producibile, al fine di agevolare la copertura di punte del carico di breve durata.

Verranno, adunque, inseriti numerosi impianti di pompaggio, atti ad utilizzare i quantitativi idrici di supero stagionale degli impianti idroelettrici ad acqua fluente ed, anche, le quantità d'energia marginale degli impianti termoelettrici (quantitativi producibili e non utilizzabili nelle ore di minor carico delle reti elettriche). Si delinea una funzione via via maggiore di modulazione del carico per le reti elettriche.

L'evoluzione dei motori primi idraulici, durante l'anno 1959, ha seguito gli stessi orientamenti e criteri informativi, che avevano delineato e caratterizzato lo sviluppo del biennio precedente, accentuando il requisito di raggiungere curve caratteristiche poco incurvate nei rendimenti in funzione dei valori delle potenze sviluppabili coi turbomotori idraulici di tutte le classi: Pelton, Francis e Kaplan.

Nel campo dei turbomotori Pelton, variando adeguatamente il numero degli introduttori in servizio, al variare della potenza richiesta, a mezzo di speciali automatismi, specialmente nelle esecuzioni ad asse verticale, le quali consentono la dislocazione di 2, 4 o 6 introduttori a spina Doble per ruota girante. Quattro turbomotori Pelton ad asse verticale, con quattro introduttori, per le seguenti caratteristiche: caduta idrica utilizzata = 600 m; portata d'acqua = 20,35 m<sup>3</sup>/s; velocità = 333,33 giri/min; potenza sviluppata = 107 MW, sono stati allestiti dalla Franco Tosi S.p.A. Legnano per l'impianto idroelettrico di Grosio dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano (fig. 1), due turbomotori Pelton anch'essi ad asse verticale, per una

caduta idrica di 663 m ed una portata di 13,25 m<sup>3</sup>/s (potenza sviluppata = 79 MW) per la centrale di Sondrio della Soc. Vizzola ed un turbomotore Pelton ad asse ver-



Fig. 1. — Una veduta fotografica della ruota-girante dei turbomotori Pelton-Tosi da 107 MW per l'impianto idroelettrico di Grosio della A. E. M. di Milano.

ticale ed a quattro introduttori (fig. 2) dalle Costruzioni Meccaniche Riva di Milano per l'impianto di Pietroporzio della Società Ciel (Genova), le cui caratteristiche sono:

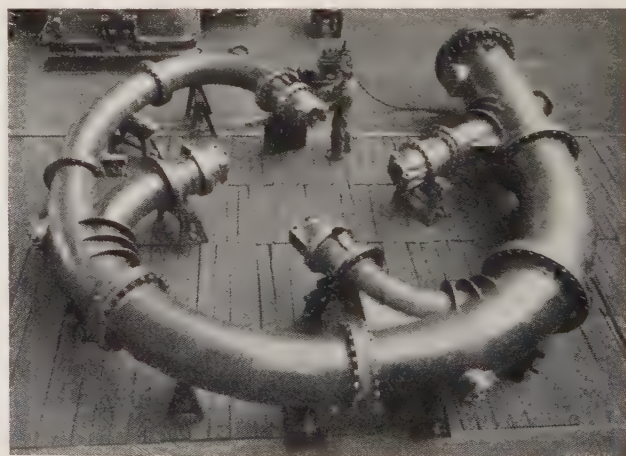


Fig. 2. — Il complesso degli introduttori del Turbomotore Pelton-Riva da 13,55 MW per l'impianto di Pietroporzio della Società CIELI - Genova.

caduta idrica = 350,79 m; portata d'acqua = 4,5 m<sup>3</sup>/s; potenza sviluppata = 13,55 MW ad  $n = 500$  giri/min.

Nonostante il cospicuo valore della pressione idrica, il

(\*) Direttore dell'Istituto di Macchine dell'Università di Padova.



collettore a spirale di questa turbina (fig. 2) dal quale sono derivati i quattro tronchi tubolari per gli introduttori a spina Doble, è stato eseguito in lamiera d'acciaio

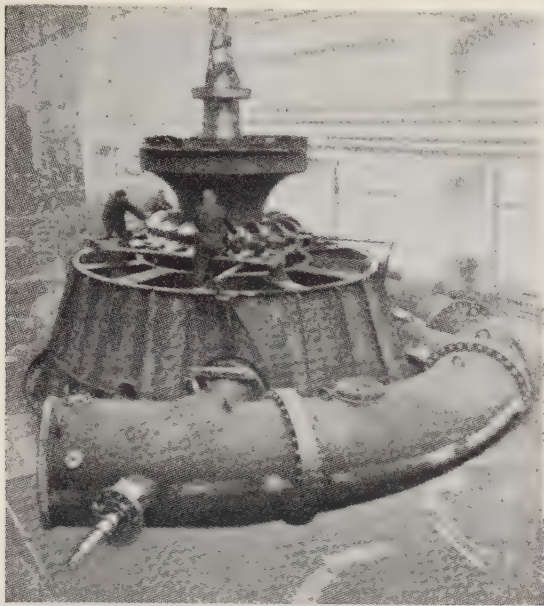


Fig. 3. — Un turbomotore Pelton ad asse verticale ed a 4 introduttori, da 52 MW, per l'impianto di Hyartdola in Norvegia equipaggiato con regolazione elettrofluidodinamica.

saldata. Pei funzionamenti del turbomotore con due (metà portata nominale) e con un solo introduttore Doble (un quarto della portata nominale) per periodi di tempo prolungati, richiesti dal diagramma di distribuzione delle portate idriche nei diversi mesi dell'anno, sono stati predisposti degli speciali automatismi dalla società costruttrice.

In Italia sono attualmente in servizio circa 70 centrali idroelettriche sotterranee per cadute idriche varianti fra i 150 ed oltre 300 m e con potenza complessiva installata di circa 4 300 MW.

Fra gli esempi notevoli dei turbomotori Pelton ad asse verticale installati in impianti idroelettrici europei, vanno menzionati i due turbomotori della potenza di 52 MW ciascuno dell'impianto norvegese di Hjartdola, anch'essi a quattro introduttori (fig. 3), che elaborano una caduta

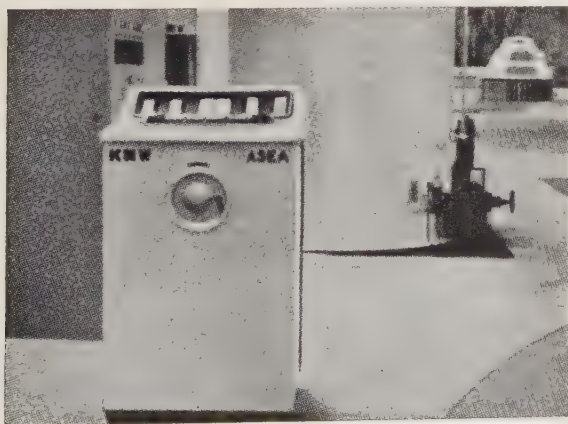


Fig. 4. — Esempio di regolatore elettronico-fluidodinamico, sistema ASEA-KMW.

idrica di 555 m e ruotano con  $n = 428$  giri/min. Essi sono stati equipaggiati con il sistema di regolazione ASEA-KMW elettrofluidodinamico (fig. 4). Gli impulsi, prove-

nienti dal regolatore elettronico, vengono convertiti in azioni meccaniche nella porzione dell'apparecchio denominata *attuatore* e vengono trasmessi a mezzo di un servomotore ai deflettori del getto ed alle valvole di controllo dei servomotori delle spine Doble. Un adatto sistema a camme attua la corretta combinazione dei comandi. È il primo esempio d'applicazione di questo sistema di regolazione a turbomotori Pelton.

La fig. 5 illustra, in una suggestiva veduta fotografica, un turbomotore Pelton ad asse verticale dell'impianto idroelettrico di Goeschenen in Svizzera, della potenza di 47 MW, costruito dalla Società Bell di Kriens/Luzern. La caduta idrica elaborata è di 698 m. Analoghi turbomotori Bell sono in corso d'esecuzione per l'impianto di Sedrun, anche nella Svizzera, per una caduta idrica di 588 m; essi hanno la potenza di 50 MW.

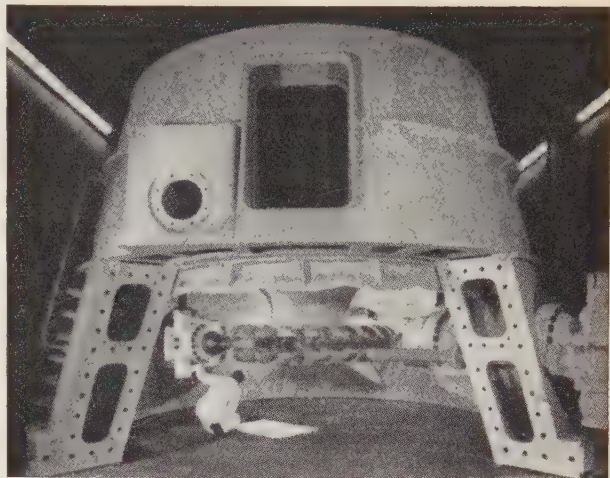


Fig. 5. — Una veduta fotografica di un turbomotore Pelton-Bell ad asse verticale da 47 MW per l'impianto di Goeschenen in Svizzera.

Nel settore degli impianti Pelton elaboranti elevate cadute idriche vanno menzionati gli impianti in corso di installazione con turbomotori Pelton-Escher-Wiss da 33 MW, con caduta idrica di 710 m, a Castasegna, da 35 MW, con caduta idrica di 730 m, a Loebbia, da 81 MW, con caduta idrica di 700 m, a Biasca (la fig. 6 ne raffigura una girante) e da 92 MW, con caduta idrica di 1 030 m, a Tierfedh.

Turbomotori di costruzione Pelton-Voith ad asse verticale ed a quattro introduttori, sviluppanti ciascuno 46 MW, con una caduta idrica di 972 m ed una portata d'acqua di 5,525 m<sup>3</sup>/s sono quelli dell'impianto di pompaggio più potente d'Europa: l'impianto di Lünensee nel Voralberg (Austria), già menzionato nella rassegna dello scorso anno, di cui la fig. 7 dà una suggestiva veduta fotografica. La centrale di pompaggio del Lünensee fa parte di un vasto complesso d'impianti idroelettrici in corso d'attuazione nel Voralberg, denominati Impianti dell'Ill, e comprendenti un impianto di testa a Obervermont, un impianto a Vermunt, un altro a Latschau ed uno a Rodund. L'energia idroelettrica, riferita allo scarico della centrale di Rodund è di 333,4 milioni di kWh, con una potenza installata in turbine di 564 MW ed in pompe di 333 MW. L'energia complessivamente assorbita per pompaggio in un anno è di 600 milioni di kWh e quella generata dai turbomotori di un miliardo e 331 milioni di kWh.

La costruzione delle giranti per i turbomotori Pelton è venuta indirizzandosi via via più verso la *costruzione monoblocco*, interamente fusa con il palettaggio a cucchiaini, e, cioè, l'esecuzione in un sol pezzo, per fusione, del disco o mozzo e del palettaggio (cfr. la fig. 6). Questo sistema di esecuzione costruttiva consente disegni più leggeri ed



eleganti delle ruote-giranti Pelton, l'uso di acciai inossidabili, che offrono migliore resistenza alla cavitazione, e di accrescere i valori delle sollecitazioni unitarie ammissibili per dette giranti. Nella fusione di queste giranti, che è divenuta una tecnica specializzata di poche ditte



Fig. 6. — Una veduta fotografica della girante Pelton-Escher Wyss dei turbomotori da 81 MW dell'impianto di Biasca (caduta idrica = 700 metri).

in tutto il mondo, si è determinata la tendenza a preferire delle leghe d'acciaio molto legate (in generale al 13 % di cromo). La ruota-girante Pelton più pesante sinora fusa (presso una Fonderia particolarmente specializzata nel ramo: la Fischer A. G. di Schaffhausen in

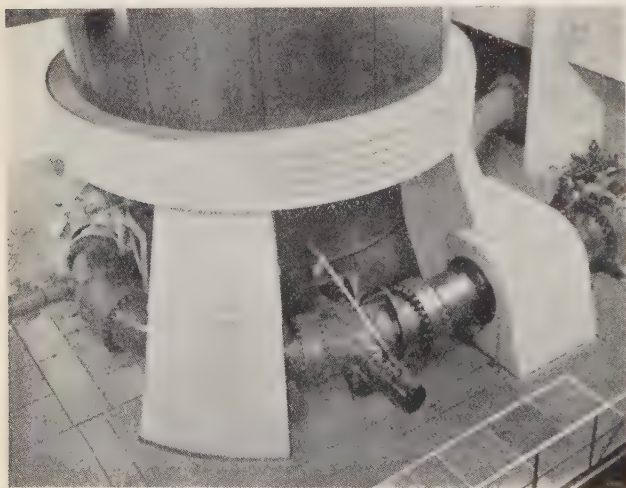


Fig. 7. — Veduta d'uno dei turbomotori Pelton-Voith dell'impianto di pompaggio di Lunersee in Austria.

Svizzera) è stata di 32 t e durante l'anno 1959. A Schaffhausen vennero fuse le giranti Pelton degli impianti di Cimego, di Kemano, di Reisseck e di molti altri fra i più potenti ed i più significativi, realizzati durante gli ultimi anni ed illustrati nella precedente rassegna.

Le fusioni vengono ispezionate accuratamente al Magnaflux, controllate agli ultrasuoni, ai raggi X o gamma, e le riparazioni di eventuali lievi difetti riscontrati vengono effettuate con particolare cura, dopo di avere adeguatamente preriscaldato la girante in forno con torce a gas oppure in forni ad induzione.

La fig. 8 mostra quali cospicue dimensioni abbiano raggiunto le valvole sferiche rotative per gli impianti con turbomotori Pelton di grande potenzialità; la veduta si riferisce al montaggio in officina (stabilimenti Franco Tosi) di una valvola del diametro interno di 1,70 m e del peso di 105 t per l'impianto di Grosio con turbomotori Pelton ad asse verticale da 107 MW ciascuno.

Negli impianti Pelton si è registrata una crescente affermazione degli introduttori a spina Doble ad asse rettilineo, in luogo di quelli precedentemente in uso ad asse curvilineo, con la tendenza in atto a ridurre via via di più le dimensioni d'ingombro e, di conseguenza, le larghezze della sala macchine nelle installazioni idroelettriche in caverna. Nel processo evolutivo degli introduttori Doble ad asse rettilineo, introdotti originariamente

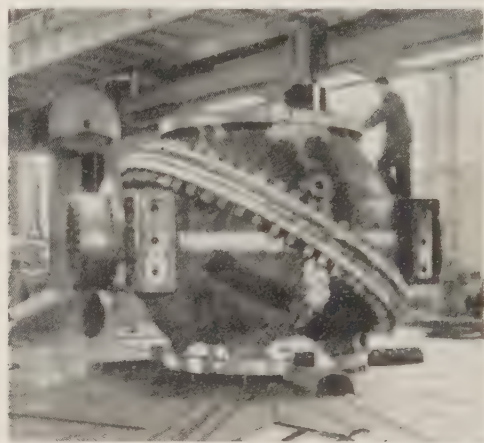


Fig. 8. — Veduta di una delle valvole sferiche per l'impianto di Grosio in corso di montaggio negli Stabilimenti Franco Tosi di Legnano.

dalle Ateliers de Charmilles per i turbomotori Pelton della centrale di Chandoline dell'impianto idroelettrico della Dixence, al fine di ottenere dei getti liquidi più omogenei e più compatti negli impianti di altissima caduta idrica, si sono escogitate ed introdotte diverse soluzioni costruttive. Gli originari introduttori ad asse rettilineo delle Ateliers de Charmilles erano del tipo a biforcazione per l'alloggiamento del meccanismo di manovra della spina Doble. Essi sono stati successivamente sostituiti da un tipo a costruzione simmetrica più perfezionato, che si differenzia dalla soluzione adottata e brevettata dalle *Costruzioni Meccaniche Riva*, attuata negli impianti di Cimego e dell'Avise, di cui alla nostra precedente rassegna annuale, per il fatto che il comando Riva della spina Doble, posto immediatamente a monte della spina, è formato (cfr. la fig. 5 della indicata rassegna) con una serie di stantuffi operatori a comando oleodinamico, dislocati su di una stessa asta di manovra, allo scopo di contenerne il diametro e di ridurre proporzionalmente anche il diametro esterno del corpo ogivale dell'introduttore, ad asse rettilineo, in misura idrodinamicamente favorevole, mentre quello attuale delle Ateliers de Charmilles ha un solo stantuffo operatore di maggior diametro, sicché il corpo dell'introduttore diviene più corto ma alquanto più tozzo. Questa soluzione è stata applicata (fig. 9) per gli introduttori Doble dei turbomotori Pelton degli impianti di Reisseck (ove si utilizza la più alta caduta idrica, 1763 m), di Salanfe-Mieville e di Rothenbrunnen. Una interessante combinazione d'iniettore a spina Doble ad

asse rettilineo con valvola autoclave a doppio seggio, attuata dalle Ateliers de Charmilles nell'impianto Pelton di Ackersand in Svizzera, ha consentito di ridurre ulteriormente l'ingombro in lunghezza dell'assieme.

Le Ateliers de Construction Mecanique de Vevey in Svizzera hanno introdotto l'innovazione dell'accresci-

Una soluzione recentissima, che cumula i vantaggi di una profilazione molto slanciata del corpo dell'introduttore ad asse rettilineo con un azionamento oleodinamico a distanza e, cioè, con un meccanismo di manovra dislocato all'esterno di detto corpo e del condotto a bocchello, è quella escogitata dalla Société Bell di Kriens (Luzern)

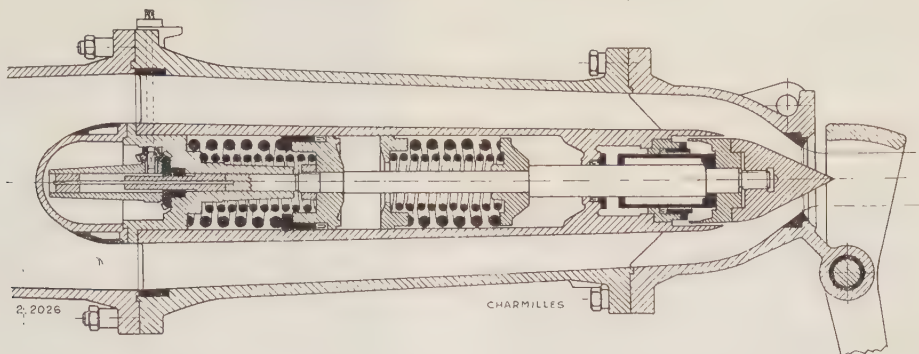


Fig. 9. — Sezione longitudinale dell'introduttore Pelton-Charmilles per i turbomotori dell'impianto di Rothenbrunnen in Svizzera.

mento della pressione d'olio sino a valori dell'ordine delle 60 atmosfere, attraverso adeguati moltiplicatori della pressione dell'olio. Ed hanno potuto accorciare ulteriormente la lunghezza del corpo ogivale degli introduttori a spina Doble in dipendenza della soppressione della molla di compensazione interna. Questa molla è stata dislocata all'esterno del corpo dell'introduttore ed essa ottiene l'effetto d'equilibramento sulla spina Doble attraverso un

e che viene applicata ai turbomotori Pelton della centrale idroelettrica di Caverio nel Ticino. Il corpo dell'introduttore (fig. 11), molto affusolato, è dotato di tre alette radiali dislocate a  $120^\circ$ , connesse con gli alloggiamenti di tre servomotori, anch'essi dislocati a  $120^\circ$ .

Gli odierni turbomotori Pelton sono caratterizzati, attraverso le cospicue riduzioni del peso, conseguite colle esecuzioni delle giranti in un sol pezzo di fusione e con

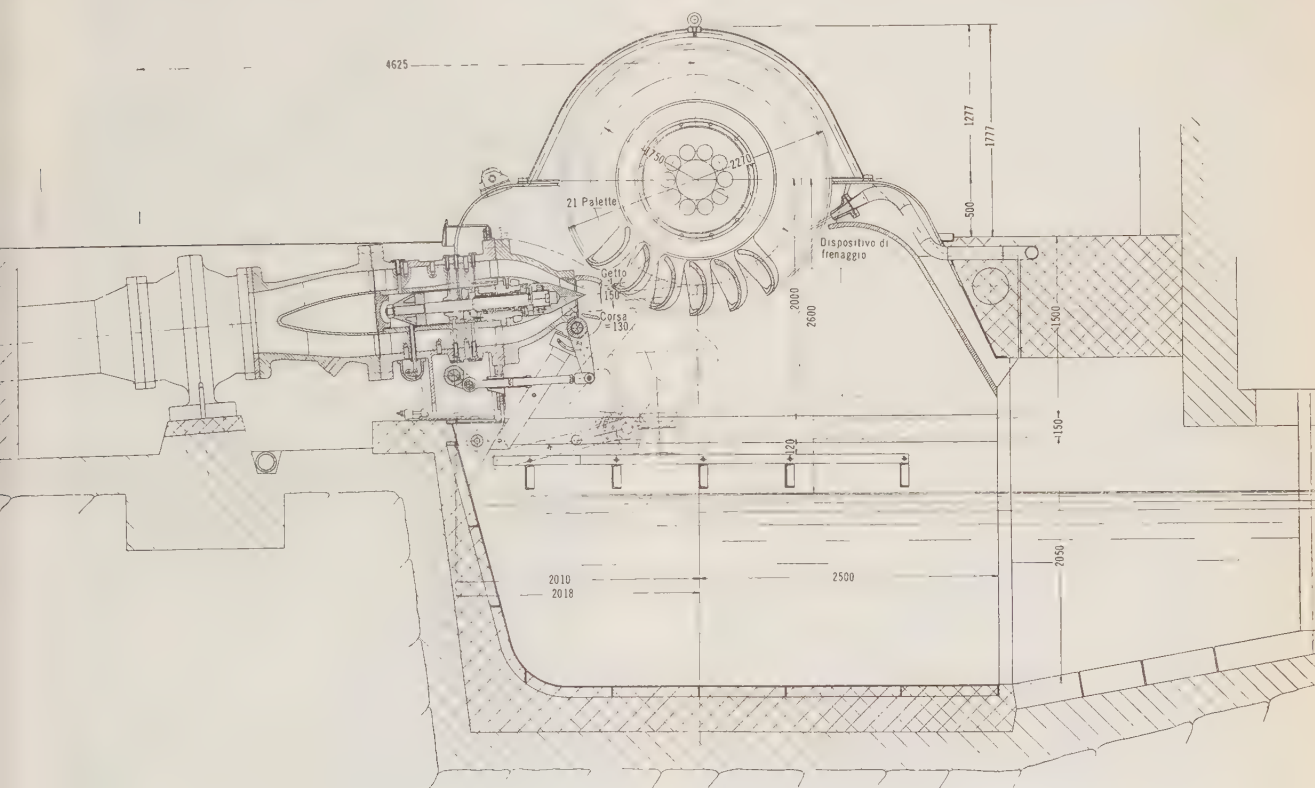


Fig. 10. — Sezione principale di uno dei turbomotori Pelton-Vevey della centrale di Lostello nel Ticino.

adatto comando oleodinamico. Una delle prime applicazioni di questo sistema si è avuta sui turbomotori Pelton dell'impianto idroelettrico di Lostello nel Ticino, entrati in servizio a fine 1959. Essi elaborano una caduta idrica di 711 m e sviluppano, ciascuno, una potenza di 11,6 MW. La fig. 10 ne mostra la sezione principale.

la costruzione delle porzioni fisse della macchina in lamiera d'acciaio saldata, dal più basso rapporto peso/potenza sviluppata, nel campo dei turbomotori idraulici. Mediante il valore del rapporto peso/potenza è attualmente, per le costruzioni anzidette, dell'ordine di circa 3 kg/kW.



Nel campo dei turbomotori Francis, durante il 1959, si è determinata un'accresciuta tendenza verso le unità di grande potenza e verso lo sfruttamento di cadute idriche più elevate (sino ed anche oltre i 500 m). Le turbine Francis si adattano, in generale, meglio delle Pelton, a funzionare con notevoli fluttuazioni del livello idrico nei serbatoi di accumulazione degli impianti idroelettrici. Risultano più leggere e più compatte ed economicamente più convenienti, sia come prezzo di costo

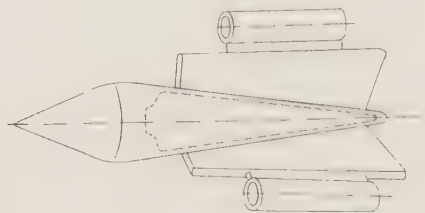


Fig. 11. — Il corpo centrale dell'introduttore a spina Doble-Bell dei turbomotori Pelton dell'impianto di Cavergho in Svizzera.

(costo iniziale) e sia per quanto attiene alle spese di manutenzione e di esercizio. Le erosioni sono di minore entità, in linea generale, in dipendenza delle più basse velocità di flusso dell'acqua e le riduzioni di rendimento, causate da manifestazioni erosive, sono anch'esse minori.

In Italia, durante l'anno 1959, sono entrate in servizio alcune macchine Francis elaboranti cadute idriche elevate e funzionanti in condizioni di carico molto variabili e con periodi di funzionamento, a carico circa metà del nominale, abbastanza lunghi. Ad esempio, le turbine Francis-Riva dell'impianto idroelettrico di S. Silvestro Val Noana della Società Valdarno (Firenze), che hanno le caratteristiche idrotecniche seguenti: caduta idrica 434 a 455 m, portata =  $14,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , potenza sviluppata da ciascun turbomotore = 55,586 MW ad  $n = 600$  giri/min.

Con velocità di rotazione più alte funzionano i turbomotori Francis-Escher Wyss dell'impianto di Fionnay-Mauvoisin nel Vallese (Svizzera), ruotanti con 750 giri al minuto ed elaboranti cadute idriche variabili fra 284 e 455 m, ossia con fluttuazioni di caduta sino a 171 m in dipendenza della grande variabilità del livello idrico nel bacino d'accumulazione (ciascuna turbina sviluppa una potenza dell'ordine dei 46 MW), e quelli Francis-Charmilles dell'impianto di S. Leonard a Sion (Svizzera) utilizzando una caduta idrica massima di 410 m, che ruotano con 1000 giri/min e sviluppano ciascuno 15,8 MW. L'allestimento di queste turbine, a condotti giranti molto stretti, è stato fatto con la costruzione in due pezzi: l'uno comprendente il telaio del mozzo ed il palettaggio girante, in maniera da potere lavorare accuratamente e lisciare tutte le superficie dei condotti palari; l'altro formato dalla corona esterna di ricoprimento della girante, che è stata collegata al resto mediante saldatura.

Con una caduta idrica molto variabile nell'esercizio (variante fra i 402 ed i 520 m) funzioneranno anche i turbomotori Francis della centrale sotterranea di Ferrera in Svizzera, che smaltiranno portate d'acqua variabili fra  $13,4$  e  $15,9 \text{ m}^3/\text{s}$  e svilupperanno potenze dai 47 ai 72,3 MW, ruotando con 750 giri/min.

Molto interessante dal punto di vista dell'esecuzione tecnologica è la costruzione, raffigurata nella fig. 12, delle tre giranti dei tre turbomotori Francis-Riva ad asse verticale per l'impianto idroelettrico di Koka in Etiopia. Le singole pale giranti in acciaio inossidabile sono state saldate sia al mozzo e sia alla corona di ricoprimento, anche essa in acciaio inossidabile, mediante speciali macchine saldatrici automatiche con alimentazione a filo continuo. Durante l'anno 1959 la Soc. Costruzioni Meccaniche Riva ha allestito anche tre turbomotori Francis per l'impianto idroelettrico di Jacni nel Brasile, rispondenti alle caratteristiche idrotecniche seguenti: caduta idrica = 96 m;

portata d'acqua =  $34,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ; potenza = 28,8 MW per ciascuna turbina; velocità di rotazione = 250 giri/min.

La fig. 13 illustra, in una veduta fotografica d'officina,



Fig. 12. — Esecuzione per saldatura delle giranti Francis-Riva per i turbomotori dell'impianto di Koka in Etiopia.

la lavorazione di finitura delle superfici palari della girante della prima di un gruppo di sei turbine Francis-Voith da 64 MW per l'impianto di Macagua sul fiume



Fig. 13. — Lavorazione di finitura delle superfici palari di una girante Francis-Voith dei turbomotori da 64 MW per l'impianto di Macagua in Venezuela.

Caroni nel Venezuela. Il diametro di queste giranti Francis è di 5,35 m.

Abbastanza numerose sono le turbine Francis di po-



tenzialità superiori ai 100 MW in corso di progetto, di costruzione e d'installazione nei più grandi impianti idroelettrici del mondo. Nella centrale idroelettrica sotterranea di Kariba sono in corso di montaggio turbomotori Francis da 103 MW ciascuno, nell'impianto idroelettrico di Bersimis nel Canada sono in esercizio quattro turbomotori Francis da 130 MW ciascuno (fig. 14) ed in quello di Stornorrors in Svezia tre turbomotori Francis da 148 MW ciascuno.

Quattro turbomotori Francis-Nydquist & Holm da 165 MW ciascuno verranno allestiti per l'impianto brasiliano di Furnas con caduta idrica di 98,7 m. L'impianto di Konkouré in Guinea avrà 5 turbomotori Francis da 125 MW ciascuno; quelli nell'isola di Formosa prevedono turbomotori Francis rispettivamente da 100, 180 e più MW. Ci si va, quindi, avvicinando a valori per la potenza prossimi ai limiti di 200 a 250 MW oltre i quali insorgono gravi difficoltà sia di carattere tecnologico per la esecuzione (colate, lavorazioni) e sia per i trasporti ed i montaggi.

Il campo di impiego dei turbomotori Kaplan si va spingendo sino a cadute idriche dell'ordine degli 80 a 100 m, installandole naturalmente con adeguate contropressioni a valle, in dipendenza dell'attitudine a dare una più alta produzione negli impianti idroelettrici a caduta idrica molto variabile con curve caratteristiche più

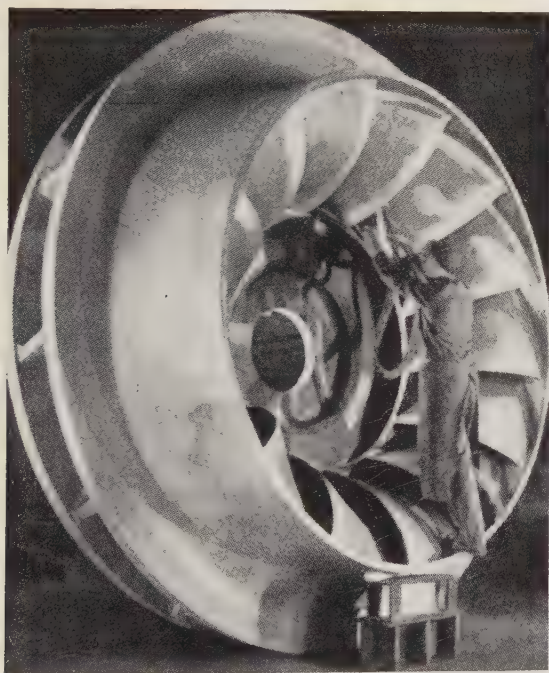


Fig. 14. — Veduta di una girante Francis dei turbomotori da 130 MW dell'impianto di Bersimis nel Canada, avente un diametro di 3,66 m ed un peso di 23 t.

vantaggiose. Passando a cadute idriche relativamente molto elevate è necessario affinare le profilazioni e le forme della girante e della porzione di scarico del turbomotore. L'adozione di mozzii giranti di grande diametro, imposto dal maggior numero di pale giranti occorrenti, consiglia l'impiego di ogive fisse piuttosto allungate. Le tendenze attuali più significative sono segnalate dalla caratteristica di un recupero molto graduale e spinto della energia cinetica residuale allo scarico del palettaggio girante.

Nel quadro degli impianti Kaplan destinati all'assolvimento della triplice funzione di una regolarizzazione fluviale, della navigazione interna e della produzione di energia, è da menzionare quello dell'isola Serafini sul fiume Po, dotato di quattro gruppi: due Kaplan-Riva e

due Kaplan-Tosi, da 12,5 MW ciascuno, elaboranti 230 m<sup>3</sup>/s d'acqua sotto una caduta idrica di 6 m e ruotanti con 53,57 giri/min. Le giranti Kaplan hanno un diametro di 7,60 m e rispettivamente di 7,80 m; la fig. 15 mostra la lavorazione di quattro pale giranti negli stabilimenti Franco Tosi. Questi turbomotori sono un esempio molto interessante d'esecuzione con largo impiego della saldatura nelle parti fisse della macchina. Sono di costruzione saldata gli anelli sede delle giranti, il coperchio superiore del distributore, le pale predistributrici e quelle del distributore, il coperchio ed il cono centrale dei turbomotori Riva.

La caduta idrica varia in quest'impianto fra 4,25 e

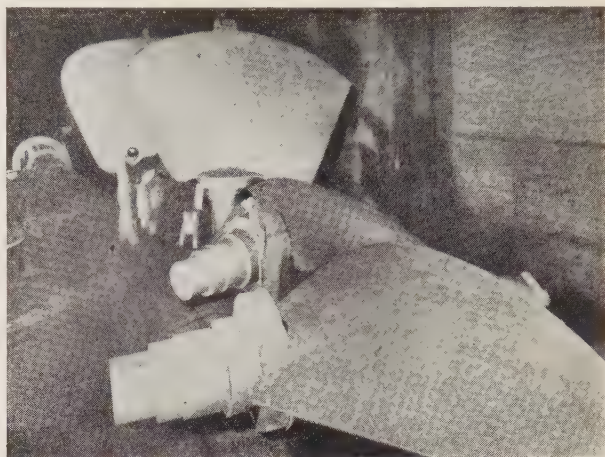


Fig. 15. — Le pale giranti dei turbomotori Kaplan-Tosi dell'impianto di Isola Serafini sul fiume Po in fase di lavorazione.

7,50 m e la portata d'acqua fra i 300 ed i 185 m<sup>3</sup>/s, sicché la potenza sviluppabile varia dai 10,52 ai 12,5 MW.

Anche Kaplan-Riva sono i due turbomotori dell'impianto idroelettrico svedese di Langbjorn, di cui il primo è entrato in servizio industriale nello scorso settembre. Essi sviluppano (fig. 16) una potenza di 45 MW ciascuno con portate d'acqua di 15,3 m<sup>3</sup>/s e caduta idrica di 33,4 m, ruotando con 150 giri/min.

Interessante è la costruzione da parte della CKD-Blansko di quattro turbomotori Kaplan con girante a 10 pale, destinati alla centrale idroelettrica cecoslovacca di Orlik sulla Vltava, ciascuno della potenza di 94 MW. La caduta idrica è variabile da 44 a 70,5 m. La girante per questi turbomotori, che ha un rapporto fra i diametri alla periferia ed al mozzo di  $1/0,64 = 1,56$ , è stata progettata dal prof. Nechleba di Brno e studiata su modello nel Laboratorio di ricerca di Blansko CKD. Essa è stata premiata all'esposizione internazionale di Bruxelles nel 1958. Ha pale a grande ricoprimento ed è interessante il fatto che nelle ricerche di laboratorio si ottenne un accrescimento del rendimento dell'ordine del 2,4 % riducendo il rapporto  $D_m/D$  da 0,68 al valore di 0,64, indicato dianzi.

Nell'URSS, in base ad informazioni comunicate ad Aix en Provence, in occasione del simposio su « Pompes et Turbines » dalla Société Hydrotechnique de France nel 1958, dal prof. Kovaleff, capo del servizio progetti dell'Officina Metallurgica di Leningrad, per l'esecuzione delle pale delle grandi giranti Kaplan vengono impiegate piastre in lamiera d'acciaio al carbonio od al manganese dello spessore dai 3 ai 4 mm, le quali vengono saldate a caldo. I rivestimenti sono eseguiti in acciaio inossidabile sul luogo di fabbricazione; la fabbricazione ha luogo in forni Martin. Per le giranti si impiega acciaio al carbonio oppure acciai legati al cromo. Si è passato all'esecuzione delle pale per saldatura per il fatto che ad una pala fucinata che pesa 18 t, si può sostituire una pala saldata, che



pesa soltanto 12 t e che costa notevolmente di meno. La adozione della saldatura anche per gli alberi permette di ottenere delle economie dell'ordine del 30 % nel peso. Dopo l'operazione di saldatura l'albero viene inviato alle lavorazioni termiche.

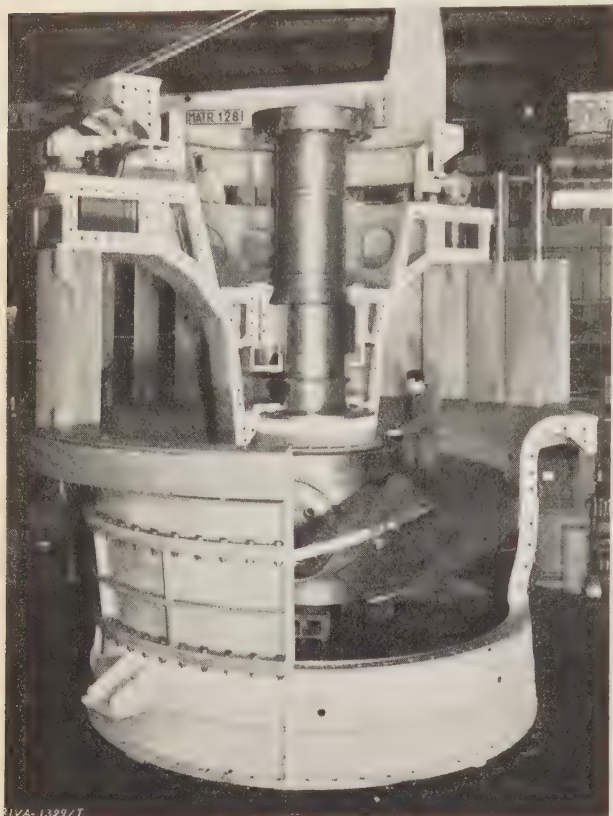


Fig. 16. Veduta di un turbomotore Kaplan-Riva da 45 MW dell'impianto di Langbjorn in Svezia.

Durante il 1960 in URSS dovrebbero entrare in servizio turbomotori della potenza di 200 MW ed è in corso di progetto una macchina da 300 MW.

Attualmente nell'URSS il turbomotore Kaplan più po-

sante il confronto con il turbomotore Kaplan dell'impianto di Dalles negli USA, il quale sviluppa 94 MW, sotto una caduta idrica di 24,3 m, con un diametro della girante di 7,15 m.

In URSS i pesi unitari dei turbomotori Kaplan, nel campo delle cadute idriche fra i 25 ed i 40 m sono dell'ordine dei 7 kg/kW; quelli dei turbomotori Francis, nel campo delle cadute idriche fra i 70 ed i 300 m, sono dell'ordine dei 4 kg/kW.

Si è determinata, in tutto il mondo, una crescente affermazione del sistema costruttivo con l'elettrogeneratore a foggia d'ombrello, con i supporti di spinta posti al disopra del turbomotore e con l'aumento dei valori della pressione specifica sui cuscinetti dei supporti. L'introduzione dell'olio vi avviene mediante una bussola flottante. Notevole è anche la tendenza alla riduzione d'ingombro dei refrigeratori dell'olio.

È divenuta prassi corrente che lo smontaggio ed il rimontaggio della girante del turbomotore debba avvenire senza dar luogo a smontaggio, né della turbina, né dell'alternatore, allontanando semplicemente una porzione laterale della struttura di mantello in corrispondenza della girante della turbina. Anche il supporto di spinta deve potere essere allontanato senza la rimozione di altri organi del gruppo. Si tende via via di più a funzionamenti della durata di parecchi anni senza effettuare revisioni interne.

Il placcaggio delle pale, sia dei turbomotori Kaplan, che di quelli Francis, con bronzi d'alluminio per la riduzione dell'usura superficiale, ha guadagnato favore presso molti costruttori.

Il primo impianto idroelettrico italiano con gruppo sommerso e turbomotore Kaplan-bulbo, a flusso assiale, della Costruzioni Meccaniche Riva è in corso d'attuazione a S. Floriano; si tratta della soluzione con *bulbo a monte della girante Kaplan*, che è quella affermata come la migliore nel campo delle Kaplan-tubolari. Il bulbo è sostenuto dalle 12 pale predistributrici e da tre grandi pale cave ad alette, entro le quali avviene la circolazione dell'aria di refrigerazione, l'entrata e l'uscita dei cavi elettrici dell'elettrogeneratore e delle tubazioni dell'olio per meccanismi di manovra e di asservimento. Il distributore è di forma conica (fig. 17) e, quindi, il collegamento fra le leve di manovra delle pale e l'anello di regolazione viene ottenuto con snodi sferici. Il turbomotore svilupperà una potenza di 9 MW elaborando una portata

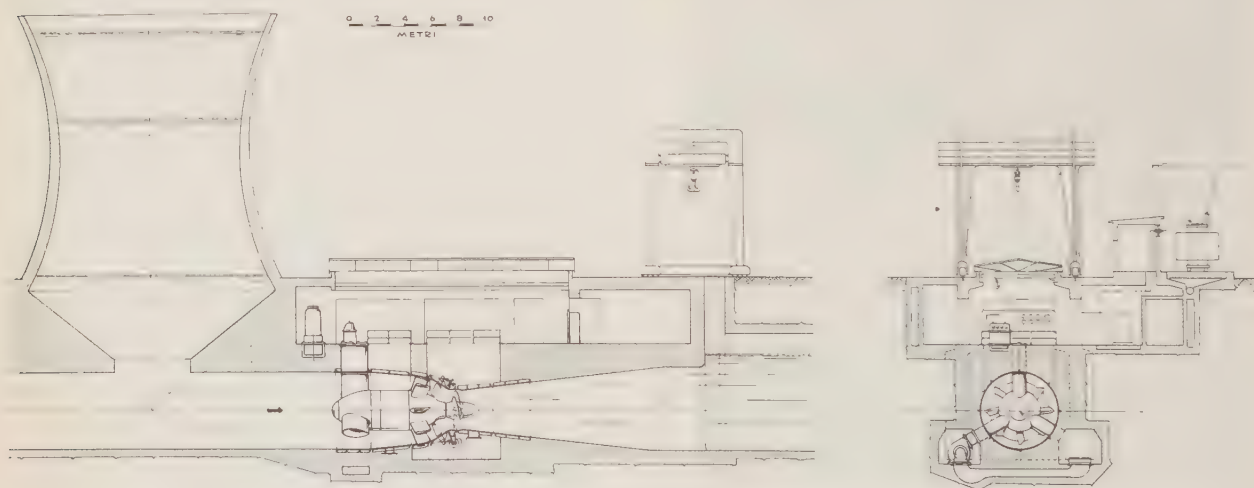


Fig. 17. — Turbomotore a flusso assiale Riva-Kaplan a bulbo a monte per l'impianto di S. Floriano della SADE.

tente è quello dell'impianto di Koubjshev, che sviluppa 126 MW, sotto una caduta idrica di 30 m, con un diametro della girante di 9,30 m. Segue quello da 90 MW dell'impianto di Jrkoutsk, sotto una caduta idrica di 32 m, con diametro della girante di 7,20 m. È interes-

d'acqua di 6,2 m<sup>3</sup>/s sotto una caduta idrica di 16,5 m, ruotando con 187,5 giri/min. Esso sostituirà tre turbomotori Francis ad asse orizzontale, installati in camera libera e verrà formato con una condotta metallica d'imbocco, ancorata alla muratura esterna, opportunamente

profilata, unita al bulbo mediante tre collegamenti. Il profilo del bulbo risponde alle esigenze idrauliche ed alle dimensioni di ingombro dell'elettrogeneratore. L'albero del gruppo è in due tronchi per esigenze di smontaggio dell'alternatore; i supporti sono due, dei quali uno combinato, portante e di spinta. La girante Kaplan è montata a sbalzo sull'albero e contiene nella ogiva il servomotore di comando delle pale giranti. L'anello metallico dislocato intorno alla girante è amovibile e munito di apposito giunto di smontaggio. Lo smontaggio avverrà effettuando le operazioni seguenti: estrazione della girante, smontaggio del meccanismo di manovra e delle pale del distributore, smontaggio del supporto portante lato girante e smontaggio dell'albero della turbina. La tenuta è ad anelli di carbone ed è stata resa estraibile mediante l'inserimento di un anello in due parti fra il mozzo della girante ed il cono interno del distributore della turbina. La membratura di collegamento verso l'alto del bulbo alla condotta esterna consente il passaggio dei diversi asservimenti e relative tubazioni d'olio in pressione, dell'olio di lubrificazione e delle canalizzazioni elettriche. Il regolatore, il gruppo di pompaggio e diversi altri accessori di comando e controllo del funzionamento, sono dislocati esternamente al complesso tubolare.

Nel quadro di notevole sviluppo degli impianti di pompaggio per accumulo d'energia, sono in costruzione in Italia impianti secondo la soluzione tradizionale con gruppi formati da una pompa centrifuga, da una turbina Francis e da un alternatore-motore sincrono, ed impianti a macchine idraulica ed elettrica entrambe reversibili (pompa-turbina ed alternatore-motore). Fra i primi rientra quello di Guadalami della SGES, Palermo, con macchinario idraulico della Costruzioni Meccaniche Riva,

pale registrabili, senza diffusore, che sviluppa una prevalenza di 84 m ed eroga portate varianti fra 33 e 35 m<sup>3</sup>/s con un rendimento di 0,896, e turbina Francis, la quale elabora una portata di 50 m<sup>3</sup>/s sotto una caduta idrica di 78,4 m con rendimento di 0,915, nelle condizioni di funzionamento ottimali. Si è valutato che occorrono 0,26 kWh per pompare un m<sup>3</sup> d'acqua nel serbatoio di accumulo e che occorre spendere 5,5 m<sup>3</sup> d'acqua per produrvi 1 kWh. Il rendimento complessivo del ciclo di pompaggio e turbinaggio, durante l'anno 1959, è stato compreso fra 0,68 e 0,7. Il più grande impianto di pompaggio per accumulo d'energia in Inghilterra è sinora quello di Blaunau-Ffestiniog, attrezzato con macchinario idraulico della Società Sulzer. Si tratta di un impianto da 300 MW su quattro gruppi ad asse verticale. I turbomotori Francis sono da 77 MW ciascuno; le pompe sono a due elementi con introduzione bilaterale, diametro di girante di 2,60 m, pesanti ciascuno 292 t. Esse erogano una portata d'acqua di 21,1 m<sup>3</sup>/s con prevalenza di 305 m alla velocità di 428 giri/min, assorbendo una potenza di circa 70 MW.

Le iniziative per realizzare delle macchine idrauliche a funzionamento reversibile risalgono a più di 25 anni or sono e furono rivolte dapprima a macchine con girante assiale Kaplan, operanti alternativamente come pompe e come turbine. Le macchine idrauliche degli odierni impianti maremotrici francesi sono macchine assiali a funzionamento reversibile, atte sia al pompaggio (diretto od invertito) e sia al turbinaggio, diretto od invertito. Dopo la fine della seconda guerra mondiale, ad opera della Allis Chalmers, si ebbe il primo esempio d'impianto a macchina reversibile, ad asse verticale monogirante, con girante del tipo Francis, a Flatt Iron nel Colorado.

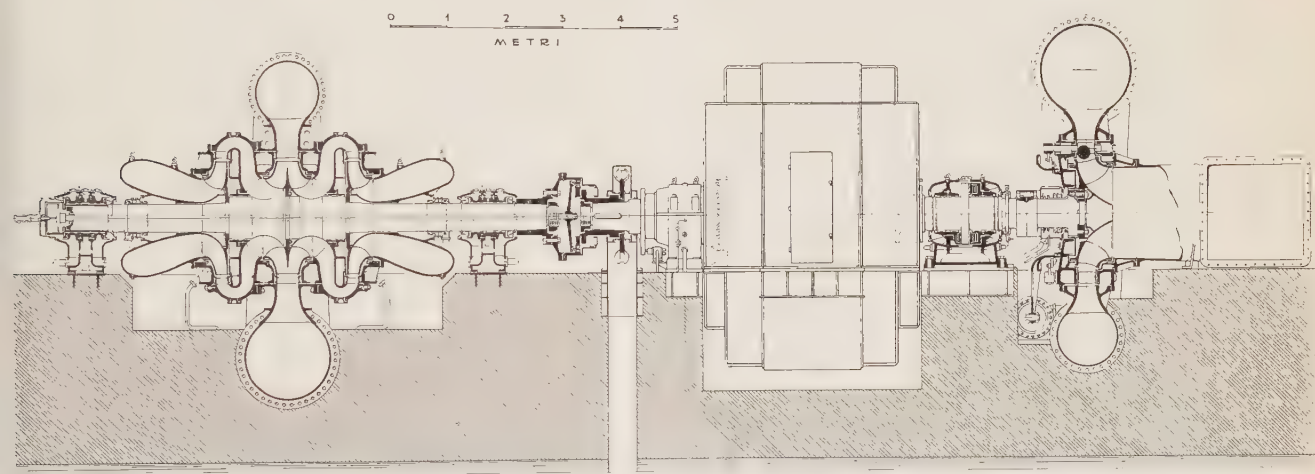


Fig. 18. — Veduta in sezione del macchinario Riva per l'impianto di pompaggio della SGES a Guadalami.

formato con una turbina Francis per cadute idriche comprese fra 178,3 e 154,25 m, portate d'acqua varianti fra 19,61 e 23 m<sup>3</sup>/s e potenza sviluppabile di 31,3 MW ad  $n = 428$  giri/min ed una pompa per la prevalenza di 173 m, una portata di 13 m<sup>3</sup>/s ed una potenza assorbita di 24,7 kW-asse. La pompa è accoppiabile o disaccoppiabile a mezzo di un giunto a denti, manovrato da un servomotore ad olio. Per ottenere una abbreviazione del tempo di fermata dell'alternatore ed un più rapido collegamento con la pompa, sull'albero dell'alternatore è stata montata una turbina Pelton avente funzione frenante. Il tempo di frenatura si riduce conseguentemente da circa 45 a circa 5 minuti (fig. 18).

Di questa classe è anche l'impianto germanico di Geesthacht sull'Elba a 30 km circa da Amburgo, comprendente tre gruppi della potenza di 35 MW ciascuno, con pompa monogirante ad introduzione bilaterale ed a

La macchina (UNIT n. 3) eseguita a seguito di un'esperimentazione di laboratorio molto accurata in un'installazione ad asse orizzontale con macchina-modello eseguita in scala 1 : 5,26, venne collaudata nel mese di giugno 1954; essa fu prevista ed ha funzionato con due distinte velocità di rotazione nel funzionamento come pompa ed in quello come turbina. Successivamente ci si è orientati verso macchine reversibili operanti con la stessa velocità di rotazione nei due funzionamenti come pompa e come turbina, in guisa da semplificare e rendere economica anche la macchina elettrica occorrente; sono queste le macchine reversibili monogiranti, ad asse verticale dei successivi impianti nordamericani, fra i quali ha emerso quello di Hinwassee nella North Carolina, menzionato nella rassegna dello scorso anno, che è attualmente il più grande del mondo, e dell'impianto di Provvidenza della Società TERNI in Italia, la cui pompa-turbina è in fase



d'esecuzione presso gli stabilimenti siderurgico-meccanici della Soc. TERNI su licenza della Allis Chalmers di Milwaukee (USA).

L'impianto di Pragnères nei Pirenei con due pompe-turbine Sulzer ad asse orizzontale, formate con tre elementi in serie e con introduzione bilaterale pel funzionamento come pompe, ha aperto il cammino verso l'impiego di macchine reversibili pompe-turbine per altezze idriche fra i 300 ed i 600 m. Si tratta esattamente del campo di impiego nel quale le turbine Francis hanno numeri caratteristici troppo bassi per conseguirvi elevati rendimenti e le turbine Pelton ad asse verticale ed a più introduttori numeri caratteristici spinti. Interessante si presenta, quindi, in detto campo, l'adozione di pompe-turbine multiple, e, secondo il convincimento di chi scrive, preferenzialmente ad asse verticale. Chi scrive ha compiuto e va svolgendo all'uopo sistematiche ricerche di laboratorio su macchine-modello reversibili, plurigiranti ad asse verticale, indagandone il comportamento sia nel funzionamento come pompe e sia in quello come turbine alla stessa velocità di rotazione; di alcune di queste ricerche è già

stata data notizia nella letteratura tecnica del ramo <sup>(1)</sup>.

Le difficoltà, inerenti al funzionamento reversibile alla stessa velocità di rotazione, derivano dal fatto che, dimensionando la macchina come pompa (che è risultato essere la soluzione di proporzionamento idrotecnicamente più opportuna), il diametro esterno della o delle giranti risulta maggiorato rispetto al valore corrispondente al normale proporzionamento ottimale per la girante d'un turbomotore idraulico. Ne segue che la macchina reversibile, operante come pompa, sarà in grado di pompare soltanto una quota parte dell'acqua, che essa può smaltire come turbomotore, in condizioni di rendimento ottimale ( $Q_P = \eta_i \cdot Q_T$ ), e di elevarla ad una quota  $H_P = \eta_i^3 \cdot H_T$  in condizioni di rendimento ottimale. Per le macchine reversibili diviene adunque imperiosa la necessità di conseguire i più elevati rendimenti idraulici possibili.

*Manoscritto pervenuto il 1° febbraio 1960.*

(1) Cfr.: MARIO MEDICI: *Forschung auf dem Gebiete der Pumpen Turbinen Umkehrmaschinen*. «Z. des V.D.I.», 102 (1960), Nr. 2 pagg. 59 a 64.

## Un grosso magnete per una camera a diffusione.

Presso i Laboratori di Frascati del CNRN è stato progettato e costruito un grosso magnete, di cui si dà notizia in queste righe, per la camera a diffusione del gruppo dell'Università di Genova che lavora presso i laboratori di Frascati (1).

Come è noto, la camera a diffusione è uno strumento che permette di rivelare la traccia di particelle cariche. Un gradiente di temperatura tra il tetto ed il pavimento della camera, entro cui vi è un gas in presenza della sua fase liquida, crea una zona di vapore soprasaturo e quindi sensibile a particelle ionizzanti: le particelle cariche che vi passano lasciano una traccia visibile se sufficientemente illuminata.

È anche noto che le particelle cariche vengono deflesse da un campo magnetico e che il momento delle particelle medesime è proporzionale al prodotto del campo magnetico normale alla traiettoria, per il raggio di curvatura. Immergendo quindi la camera a diffusione entro un magnete, si può determinare il momento della particella rivelata dalla traccia.

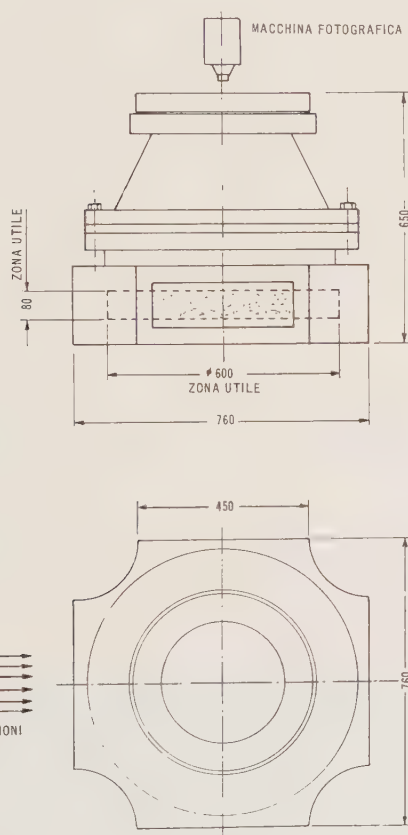


Fig. 1. - Camera a diffusione.

Nella fig. 1 sono riportati gli ingombri della camera a diffusione, nella fig. 2 gli ingombri del magnete, in fig. 3 la fotografia del magnete.

I dati nominali del magnete sono i seguenti:

Altezza intraferro (distanza tra i gioghi) . . . . .	118 cm
Diametro interno bobina . . . . .	72 cm
Distanza tra le bobine . . . . .	24 cm
Numero spire di ogni semibobina . . . . .	400
Peso del ferro . . . . .	21 t
Peso del rame . . . . .	7 t

(1) Prof. A. GIGLI, Prof. ARGAN e collaboratori.

Peso del magnete . . . . .	31 t
Induzione nominale . . . . .	1,55 Wb/m <sup>2</sup>
Corrente (semibobine in parallelo) . . . . .	3000 A
Tensione di eccitazione . . . . .	180 V
Tensione di prova verso massa (per 1 miunto) . . . . .	1400 V
Temperatura di regime della bobina . . . . .	70 °C
Raffreddamento . . . . .	ad acqua
Portata acqua di raffreddamento . . . . .	3 l/sec
Pressione acqua . . . . .	4 atm.

Alcuni di questi valori possono essere in pratica largamente superati perchè la resistenza meccanica ed il dimensionamento del ferro lo permettono.

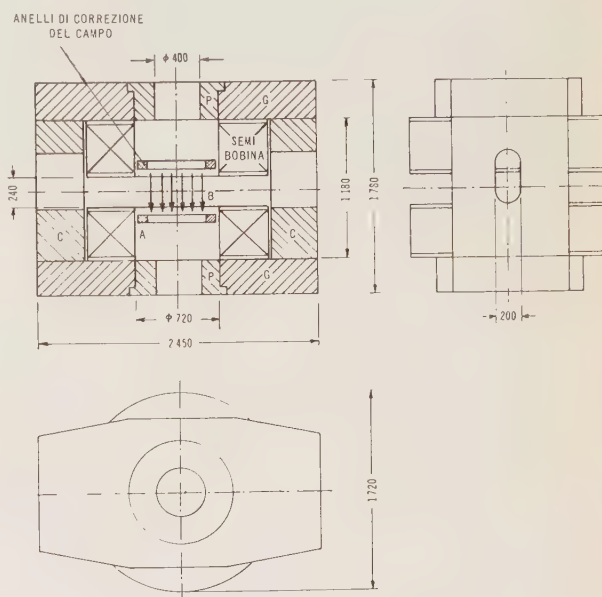


Fig. 2. - Magnete per camera a diffusione.

Si può infatti aumentare l'induzione a 1,5 Wb/m<sup>2</sup> o aumentando la corrente fino a 4500 A o sistemando un polo nel magnete.

Il magnete è stato realizzato in modo da renderne il più elastico possibile il funzionamento. Ogni semibobina è bloccata al proprio giogo: questo permette di aumentare, ponendo appositi spessori tra colonne e giogo superiore, la distanza tra le semibobine. Dai gioghi è possibile togliere i poli (indicati con P in fig. 2) in modo da poter levare il coperchio della camera a diffusione senza dover smontare il magnete. Il magnete inoltre può essere usato con il campo magnetico sia orizzontale che verticale.

La bobina è costituita da due semibobine in parallelo, ciascuna formata da 20 strati accoppiati a due a due con 20 conduttori ciascuno: si hanno in totale 800 spire. La sezione del conduttore è di 18 x 18 mm con un foro centrale del diametro di 9 mm per l'acqua di raffreddamento. L'isolamento dei conduttori è costituito da uno strato mezzo sovrapposto di vetro mica; tra uno strato e l'altro di conduttori vi è tela di vetro e gli strati sono legati due a due con nastro di tela vetro e sono impregnati in vernice isolante tipo 39 della Monti e Martini. Le semibobine sono bloccate da due piastroni: quello vicino ai gioghi è di ferro, quello prospiciente al traferro è invece di acciaio inossidabile amagnetico per non disturbare il campo.

La temperatura massima a cui può giungere il tutto è 120-130 °C. La temperatura è controllata da 10 termoresistori sistemati nella bobina.

Il sistema di raffreddamento è costituito da 40 circuiti in parallelo. I collettori dell'acqua ed i fori della bobina sono collegati da due tipi di tubi di gomma: all'entrata abbiamo alta pressione e bassa temperatura e la gomma usata è del



tipo Oliveto Pirelli; all'uscita la pressione è bassa e la temperatura è alta e la gomma usata è del tipo Calore Pirelli. Sono stati studiati speciali attacchi del tubo di gomma con il collettore dell'acqua e con i terminali del conduttore di rame forato. L'impianto idraulico è stato provato per 24 ore a 12 atm senza presentare perdite.

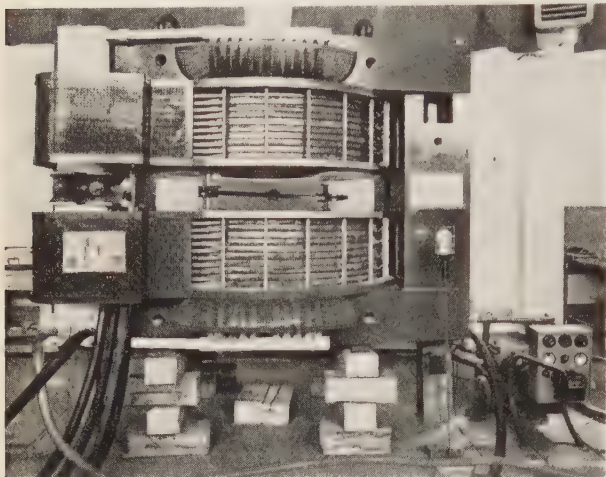


Fig. 3. — Foto magneti per camera a diffusione con coordinatometro in funzione.

L'intraferro, come si vede nel quadro dei dati nominali del magnete, è particolarmente alto (118 cm) a causa dell'ingombro della camera a diffusione, ma la zona ove interessa avere uniforme il campo magnetico è la zona sensibile della camera a diffusione e rappresenta solo una piccola parte dell'intraferro, è cioè un cilindro alto 8 cm e del diametro di 60 cm. Per migliorare l'uniformità del campo si sono sistemati 2 anelli di ferro (indicati con A in fig. 2) simmetrici rispetto al piano di simmetria del magnete ed in posizione compatibile con gli ingombri della camera a diffusione. I miglioramenti che questi anelli portano all'uniformità del

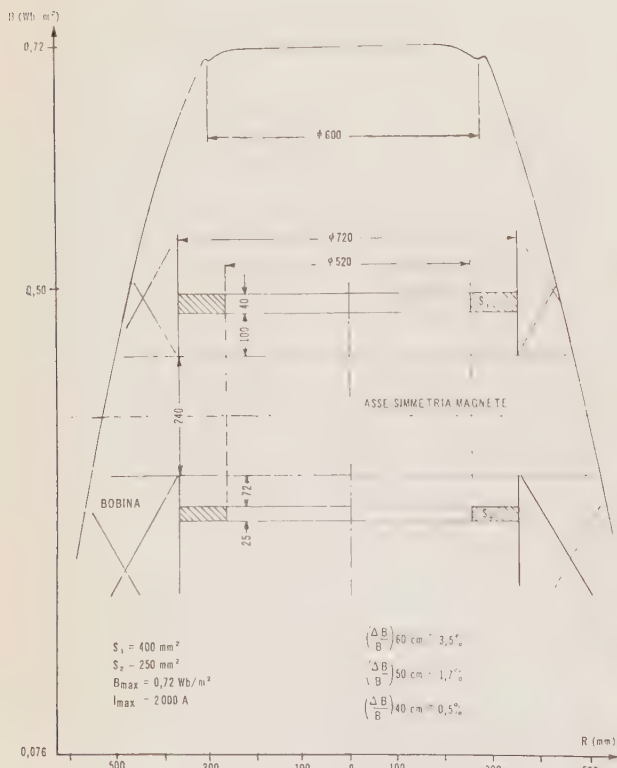


Fig. 4. — Rilievi di campo magnetico.

campo sono stati rilevati sia su di un modello sia al vero, a diversi valori dell'induzione (tra 0,3 ed 1 Wb/m²), per vedere se vi erano effetti di saturazione (ed in realtà non ci sono stati). Le dimensioni e le posizioni degli anelli compaiono in fig. 4. I risultati delle misure eseguite con sonde ad effetto Hall e con apparecchiature costruite presso i Laboratori di Frascati sono riportati in tabella.

(B = 0,72 Wb/m²)	$\frac{\Delta B}{B}$ % ai vari diametri		
	Ø = 60 cm	Ø = 50 cm	Ø = 40 cm
Senza anelli di correzione .	5,5%	3,5%	2,6%
Con anelli a distanza di 540 mm tra loro . . . . .	3,8%	2,4%	1,8%
Con anelli a distanza di 412 mm tra loro (fig. 4) . . . .	3,5%	1,7%	0,5%

Come si vede in questo quadro, aggiungendo gli anelli di correzione, il miglioramento di uniformità del campo magnetico è sensibile. Il coordinatometro usato per le misure è costituito da un carrello mobile su due guide e comandato elettricamente da un pannello. Il campo e la posizione della sonda sono stati riportati sugli assi di un registratore: questo ha permesso una notevole rapidità nella misura. Per individuare la posizione della sonda rispetto al magnete sono stati sistemati dei fili di ferro su di un diametro di 60 cm, subito sotto al piano di scorrimento della sonda; quando questa vi passa sopra trasmette un segnale facilmente individuabile sul grafico (vedi fig. 4).

G. Sacerdoti

\* \*

### Distruzione di un gruppo turboalternatore per eccesso di velocità nella centrale atomica di Calder Hall

Nell'estate del 1958 la stampa diede notizia di un grave incidente verificatosi nella centrale atomica di Calder Hall. Fortunatamente non si trattò di un danno al reattore nucleare; venne invece distrutto, per eccesso di velocità, uno dei turboalternatori della centrale di produzione dell'energia elettrica. L'Ente britannico per l'energia atomica ha in se-

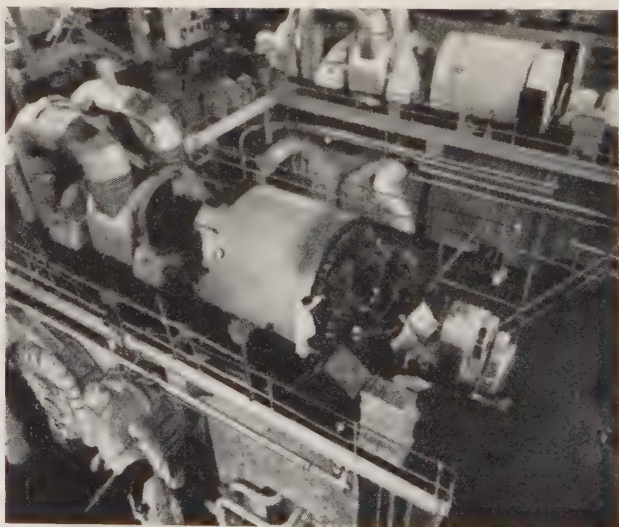


Fig. 1. — Vista generale del turboalternatore da 23 MW distrutto per eccesso di velocità.

guito diramato un circostanziato rapporto sull'incidente, dal quale sono state desunte le notizie che seguono.

Si tratta precisamente del gruppo n. 5, della potenza di 23000 kW a 3000 giri/min. Dopo che il turboalternatore era stato sottoposto a prove di collaudo, durate alcuni giorni, ed era stato mantenuto sotto carico pressochè costante di 19000 kW, si era reso necessario fermarlo, per poter effettuare alcuni lavori in vicinanza.

Per motivi che non interessano, il generatore venne staccato dalla rete prima di togliere completamente il carico. La regolazione della turbina era stata progettata in modo che, anche a carichi ridotti l'afflusso di vapore venisse limitato con dispositivi di sicurezza, in modo da evitare qualsiasi possibilità di un forte aumento di velocità. Ma purtroppo venne a mancare il funzionamento sia della valvola di regolazione del vapore, sia della valvola di chiusura rapida, montate sul lato alta pressione, per cui il vapore continuò ad affluire nella turbina priva di carico e, nel breve periodo di sette secondi, la velocità aumentò talmente da produrre, in seguito alla enorme forza centrifuga, la rottura delle parti principali della girante della turbina e del rotore del generatore.

Alcuni pezzi spaccarono la cassa della turbina, del generatore e dei supporti e furono violentemente proiettati all'esterno, arrecando danni anche ad uno scambiatore di calore ed al fabbricato. Lo schema fig. 2 mostra la posizione e la distanza raggiunta dai frammenti più pesanti.

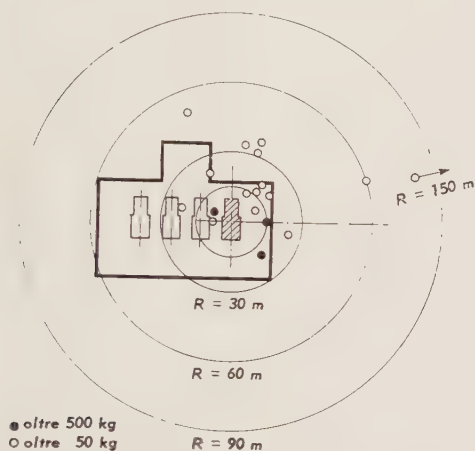


Fig. 2. — Posizione e distanza raggiunta dai frammenti più pesanti del turboalternatore distrutto. Non sembra sussistere alcuna relazione fra l'orientamento della posizione dei pezzi staccati ed il senso di rotazione del gruppo.

Da un accurato esame dei vari meccanismi di comando risultò che gli organi interni sia del regolatore di velocità che delle valvole a chiusura rapida avevano funzionato soddisfacentemente, ma la valvola stessa e quelle di regolazione dell'alta pressione erano rimaste bloccate in posizione semichiusa e di conseguenza la pressione della molla non era sufficiente per chiudere completamente le valvole. Il vapore che poteva affluire attraverso le valvole semichiusa era sufficiente per accelerare la turbina priva di carico oltre il limite di velocità ammissibile. Questo inceppamento delle valvole causò una grande sorpresa perchè nel corso di tutte le prove e anche durante la marcia sotto carico, protrattasi per diversi giorni, tali organi avevano funzionato regolarmente. Si constatò che gli steli delle valvole erano talmente incastrati nelle bussole, che anche sotto i colpi di un pesante martello si spostavano soltanto di poco. Lo stelo della valvola di chiusura rapida smontato infine mostrava leggere graffiature longitudinali e profonde rigature sia in senso periferico che longitudinale; gli steli delle valvole di regolazione mostravano segni analoghi, particolarmente pronunciati. Inoltre, l'estremità inferiore mostrava chiaramente delle strisce ben delimitate, con superficie finemente martellata quale si produce allorchè particelle assai dure colpiscono ad alta velocità una superficie.

In seguito ad ulteriori indagini vennero riscontrate nelle rigature degli steli delle valvole e anche nelle maglie dei filtri per vapore, numerose particelle durissime. Queste, trasportate dal vapore ad alta velocità, avevano dato luogo al

martellamento superficiale osservato. Non si poté tuttavia accertare la loro origine. L'inceppamento degli steli delle valvole derivò dalla penetrazione di tali particelle nel gioco fra gli steli stessi e le relative bussole.

(Da *Guasti alle macchine*, 1959, n. 4).

\* \*

**Terminologia Tecnica Unificata.** — Dagli organi di studio dell'UNI e di altri enti affini di normalizzazione sono state compilate varie raccolte terminologiche, che sono state poi coordinate dalla Commissione UNI Terminologia e Simbologgiatura.

Queste raccolte terminologiche sono state messe in forma di schede, sulle quali sono indicati: il termine unificato, la relativa definizione e, per la maggior parte di esse, anche i corrispondenti termini in lingua straniera.

Vi è inoltre indicato in quale pubblicazione trovasi la raccolta terminologica sull'argomento al quale il termine si riferisce.

Queste schede sono depositate presso l'UNI (piazza Diaz 2, Milano) a disposizione di chiunque desideri consultarle e sul loro contenuto possono essere chieste notizie anche per corrispondenza.

Gli argomenti sinora a disposizione sono i seguenti:

1) Fisica tecnica (termodinamica, riscaldamento e condizionamento - 2) Funi metalliche - 3) Generatori di vapore - 4) Legname (specie legnose, difetti dei legnami) - 5) Motori a combustione interna (classificazione dei motori, elementi ed accessori dei motori a combustione interna) - 6) Resistenza dei materiali - 7) Tecnologia dei metalli (metalli ferrosi e non ferrosi, fusione di metalli e trattamenti termici) - 8) Trasporti ferroviari e funiviari (materiale rotabile, organi di freno, funicolari terrestri ed aeree) - 9) Turbine a vapore - 10) Utensili casalinghi - 11) Varie.

I nuovi argomenti per i quali saranno man mano compilate raccolte terminologiche saranno segnalati in questa stessa rivista.

\* \*

**Una giornata internazionale di studio su la rete a 400 kV** come futuro gradino di interconnessione regionale, si svolgerà a Bruxelles il 26 aprile 1960. Tecnici di varie nazioni europee (Belgio, Francia, Germania, Italia, Russia e Svezia) esporranno i punti di vista dei rispettivi Paesi. Per l'Italia riferiranno A. Dalla Verde e L. Maggi.

Per informazioni rivolgersi a: Secrétariat de la Journée A.I.M. du 400 kV - rue Belliard 31 (Bruxelles 4).

\* \*

**Un Corso su la Analisi dei circuiti lineari** è organizzato dalla Soc. Royale Belge des Electriciens. Il programma comprende 12 lezioni di teoria e 8 lezioni di applicazioni. Il corso si svolgerà nei giorni 25 aprile; 9 - 16 - 23 - 30 maggio p. v.

La quota di iscrizione è fissata, per i soci dell'AEI, in 200 franchi belgi. Le adesioni possono essere fatte presso l'Ufficio Centrale dell'AEI (Milano, via S. Paolo 10) presso il quale è anche disponibile il programma dettagliato del corso.

\* \*

**Un premio di 100000 franchi belgi** è messo a concorso dalla Fondazione Giorgio Montefiore per il migliore lavoro originale presentato sull'avanzamento scientifico e sul progresso nelle applicazioni dell'elettricità in tutti i campi; sono escluse le opere di volgarizzazione o di semplice compilazione.

I lavori da presentare per il concorso devono essere compilati in lingua francese o inglese e possono essere a stampa o dattilografati, firmati o anonimi. Essi devono pervenire entro il 1° luglio 1960 a M. le Secrétaire-Archiviste de la Fondation George Montefiore (rue Saint-Gilles 31, Liège (Belgio)).



MANDRES FRANÇOIS: *Les Sources d'Energie et leurs utilisations*. Tome I. (Edito dall'Autore, 1959. Un volume di 15 x 24 cm, di 260 pagine. Senza indicazione di prezzo).

Il libro del Mandres costituisce una rapida rassegna delle fonti di energia attualmente conosciute ed una sintetica raccolta di dati informativi e statistici su di esse.

L'esame prende l'avvio dai combustibili fossili (carbone, petrolio), fornendo alcune indicazioni sulla loro origine e sui metodi estrattivi attualmente in uso; in una ricca serie di tabelle statistiche vengono inoltre forniti dei dati sulla produzione attuale e sulle prospettive del suo sviluppo futuro.

Fra le fonti di energia disponibili alla superficie terrestre vengono successivamente esaminate l'idraulica, la maremotrice, la geotermica, quella derivante dalla differenza di temperatura del mare, l'energia eolica e quella solare.

Particolare considerazione viene data all'energia nucleare con un'esposizione sommaria e semplice sulla sua origine, seguita da una illustrazione dei suoi sviluppi attuali e futuri, basata sugli studi e sui vari programmi nazionali, che vengono esposti in succinto.

Vengono quindi passate in rassegna alcune altre forme di energia la cui utilizzazione non è ancora attuale come l'energia cinetica, l'elettromagnetica, la ceramica e la cosmica.

Passando alle fonti secondarie di energia, l'Autore si sofferma a considerare in particolare i prodotti derivati dal carbone, dal petrolio e l'energia elettrica.

Dato un breve accenno sul finanziamento delle ricerche e dello sfruttamento delle fonti di energia, l'Autore conclude con un esame generale delle prospettive per il futuro.

Tutta la materia è trattata in forma piana e semplice, e resa accessibile a qualunque lettore di media cultura. I dati statistici, presentati con ordine e chiarezza, sono di facile consultazione e non affaticano il lettore intento a seguire i concetti più che i numeri; le indicazioni numeriche sono numerose e ben presentate e danno un'idea quasi visiva dell'importanza delle varie forme di energia di cui si parla, sulla consistenza numerica delle quali ben pochi hanno dei concetti sia pure molto approssimativi.

Le figure che accompagnano il testo danno un'idea semplice e chiara degli impianti che servono a rendere utilizzabile l'energia; mentre diverse cartine mostrano la dislocazione delle fonti e le reti di trasporto dell'energia.

Infine la bibliografia raccolta in fondo al volume, cita le pubblicazioni, sempre autorevoli, da cui sono stati ricavati i dati riferiti.

\*

TEUCHERT - WAHL: *Grundlagen der Elektrotechnik*. Band I: *Gleichstrom und Elektromagnetismus* (3ª ediz., Fachbuchverlag, Leipzig, 1959. VIII + 259 pagine, 16,5 x 23 cm, con 208 figure e 10 tabelle. Prezzo, rilegato, 8,50 DM).

Un libro di testo destinato a scuole secondarie professionali, con programmi simili a quelli dei nostri Istituti Industriali, deve necessariamente limitarsi, nell'esposizione dei fondamenti dell'elettrotecnica, ad un esame elementare dei fenomeni delle leggi relative. Anche l'impostazione generale non può essere molto diversa da quella tradizionale. I suoi pregi dovranno quindi ricercarsi nella chiarezza e semplicità della trattazione e nella scelta degli esempi illustrativi.

Nel caso che stiamo esaminando ci sembra che gli Autori abbiano bene assolto al loro compito: l'opera risulta infatti — in questo primo volume — ordinata, chiara e ben equilibrata; gli esercizi numerici, completamente svolti, sono molti ed interessanti; le numerose figure sono tutte disegnate con grande precisione e chiarezza.

Anche la veste tipografica è pregevole.

\*

*Steuerungen und Regelungen elektrischer Antriebe*. (Herausgegeben von prof. ing. Otto Mohr im Auftrage der VDI/VDE - Fachgruppe «Regelungstechnik» VDE, Verlag GmbH., Berlin, 1959. 414 pagine 17 x 23 cm, con molte figure. Prezzo, rilegato, 36 DM).

È questo il quarto volume della serie di pubblicazioni della

VDE (VDE Buchreihe) ed è dedicato a studi ed applicazioni nel campo degli azionamenti e dei controlli attuati con mezzi elettrici. Esso raccoglie le comunicazioni presentate alla riunione tenutasi ad Aachen dal 15 al 17 ottobre 1958 sotto gli auspici della VDI e della VDE. Si tratta complessivamente di 23 articoli su questioni generali e su argomenti specifici riguardanti le applicazioni ai laminatoi, alle macchine per le industrie estrattive, per la industria della carta, dei tessuti, delle materie plastiche, per l'industria tipografica, ecc.

I singoli argomenti sono in generale trattati con notevole ampiezza e sono abbondantemente illustrati con diagrammi e fotografie.

Ottima, sotto ogni aspetto, la veste tipografica.

\*

F. WEICKERT: *Die Krankheiten elektrischer Maschinen und Transformatoren*. (Fachbuchverlag, Lipsia, 1959. Un volume 16,5 x 23 cm, di 283 pagine, 248 figure e 9 tabelle. Prezzo, rilegato, 12 DM).

Il volume, che costituisce una guida pratica per quanti debbono occuparsi dell'esercizio, manutenzione o riparazione delle macchine elettriche, è ormai arrivato alla sua dodicesima edizione dimostrando la favorevole accoglienza avuta dai lettori cui è rivolto. L'edizione odierna si presenta di molto ampliata rispetto alle precedenti e si articola su quindici capitoli esposti in forma succinta ma chiara e ricca di informazioni.

Dopo un capitolo dedicato alle generalità, l'Autore tratta dei guasti meccanici delle macchine elettriche rotanti e dei danni che ne possono derivare: di particolare rilievo risultano i paragrafi sulla fasciatura degli avvolgimenti indotti delle macchine a corrente continua e quelli sul raffreddamento e la ventilazione. Nel capitolo che riguarda le macchine elettriche a corrente continua vi sono da segnalare tre argomenti di rilievo: i guasti nell'avvolgimento del rotore, quelli dell'avvolgimento di eccitazione e gli inconvenienti riscontrati sul collettore. Nelle pagine riservate alle macchine sincrone, vengono esaminati con delle belle e significative illustrazioni alcuni guasti riscontrati negli avvolgimenti e nei pacchi lamiere. Nel capitolo dedicato alle macchine asincrone non troviamo invece documentazione alcuna sulle rotture negli avvolgimenti a gabbia. Ai trasformatori sono dedicati numerosi paragrafi dei quali indichiamo all'attenzione del lettore quello sulle spire in corto circuito e sui guasti al cassone e ai tubi di raffreddamento. L'ultimo capitolo si rivolge agli impianti di distribuzione dove vi sono esposti alcuni casi — come ad esempio quello sulla distruzione dei cavi di piombo causata da insetti — che rivestono grande interesse.

Il libro si chiude con un'utile tabella sinottica che riassume la materia esposta, una dettagliata bibliografia e un indice analitico degli argomenti.

Ottima la presentazione tipografica.

\*

SLOVENSKI ELEKTROTEHNIŠKI SLOVAR - Skupina 07: *Elektronika*; Skupina 10: *Stroji in Transformatorji*. (Ljubiana Elektrotehniško Drustvo Slovenije, 1959. Due volumi di 13 x 20 cm, rispettivamente di 170 e 118 pagine. Prezzo 600 e 550 Dinari).

La Società Electrotecnica Slovena ha curato la pubblicazione di questi due volumi, redatti secondo i gruppi 07 e 10 del Vocabolario Elettrotecnico Internazionale della IEC.

Essi contengono le stesse voci, ordinate secondo la stessa numerazione, con la traduzione in sloveno delle singole voci e del breve testo illustrativo relativo; a fianco sono segnate le traduzioni dei termini in serbocroato, francese, inglese, tedesco e italiano. In calce a ogni volume vi sono gli indici alfabetici nelle 5 lingue cosicché è facile trovare il corrispondente sloveno di ogni termine noto in italiano o in altra lingua.

R. TOMOVIC : *Calculateurs Analogiques Répétitifs*. (Masson et C<sup>ie</sup>, Editeurs, Paris, 1958. Un volume di 17 x 24 cm, di VIII+186 pagine, 94 figure, rilegato in tela. Prezzo 3 000 fr.).

L'Autore di questa monografia sulle calcolatrici analogiche ripetitive è jugoslavo e, attualmente, svolge attività di ricercatore presso l'Istituto di scienze nucleari Boris Kidrich, di Belgrado; la sua formazione, però, è avvenuta soprattutto a contatto con gli studiosi francesi che si occupano di calcolo automatico intorno a F. H. Raymond.

Il volume, quindi, risulta assai interessante perchè compendia i risultati ottenuti nel campo in questione sia nei Paesi di lingua slava e, in particolare, in Russia (i lavori russi sull'argomento sono assai familiari all'autore, che ne cita numerosi in bibliografia) sia nei Paesi occidentali; a proposito di questi ultimi, anzi, si ha l'ulteriore vantaggio che le notizie sulla gran mole di lavoro compiuto in America vengono completate con quelle su quanto è stato fatto in Francia e, soprattutto, vengono esposte con la chiarezza e la sistematicità di cui si compiacciono molti studiosi francesi.

La presentazione generale della materia ha un carattere determinato dagli scopi stessi del volume: si tratta, infatti, della prima di una serie di monografie pubblicate per conto della Association Internationale pour le Calcul Analogique e curate da un comitato di redazione composto dallo stesso Tomovic, da F. H. Raymond e da J. A. Hoffman e L. Malavard. La compilazione di questa prima monografia è stata suggerita dalla mancanza, nella letteratura sul calcolo analogico, di un volume dedicato specificamente alle macchine ripetitive: si tratta, quindi, di una esposizione sistematica e approfondita dei vari problemi relativi alla struttura, all'impiego ed ai campi di applicazione di queste macchine, rivolta essenzialmente ad un pubblico di lettori specializzati, ma condotta con una sistematicità che ne rende assai utile la lettura anche a chi si accosti per la prima volta all'argomento. È da mettere in rilievo, poi, che nonostante il tema centrale sia quello delle macchine ripetitive, il volume tratta estesamente una serie di problemi fondamentali anche per lo studio delle analogiche lente.

La trattazione è divisa in tre parti, dedicate rispettivamente alla teoria, alla struttura ed all'impiego delle macchine ripetitive. Nella prima si ha un brevissimo capitolo iniziale di introduzione, la esposizione dei principi del calcolo analogico, con particolare riferimento alla sintesi della rete di calcolo, una analisi dei problemi di precisione e di stabilità e, infine, l'esame della scelta della scala delle ampiezze e di quella dei tempi.

Nella seconda parte vengono esaminati, con riferimento sia alla struttura sia alle prestazioni, i dispositivi impiegati per la esecuzione di operazioni lineari (somma e integrazione) e quelli per la esecuzione di operazioni non lineari (moltiplicazione, divisione e generazione di funzioni non lineari di vario tipo). La trattazione è dettagliata ed aggiornata sia per quanto concerne i vari tipi di dispositivi, sia per quanto concerne gli studi condotti per l'analisi delle loro prestazioni. La seconda parte è completata dalla descrizione dei metodi di rilievo della grandezza di uscita, fornite dalla calcolatrice, e da quella dei dispositivi ausiliari.

La terza parte, infine, tratta in tre capitoli separati della soluzione di equazioni differenziali ed integrali e dell'impiego di macchine ripetitive ultrarapide.

✱

CONGRES INTERNATIONAL DE L'AUTOMATIQUE - INTERNATIONAL AUTOMATIQUE CONGRESS: *Actes - Proceedings*. (Masson et C<sup>ie</sup>, Editeurs, Paris - Presses Academiques Europeennes, Bruxelles, 1959. Un volume di 22 x 30 cm, di D+VIII+638 pagine, con molte figure. Senza indicazione di prezzo).

Benchè apparsi nel 1959, questi atti si riferiscono ad un congresso tenuto a Parigi nel 1956, anno in cui in tutta Europa si ebbe un notevole fiorire di interesse intorno ai problemi della automazione in generale e del controllo automatico in particolare. Lo attestano i numerosi congressi tenuti in quell'anno e dedicati a tali temi: fra di essi si possono ricordare la riunione dell'AEI, di Trieste, sui servomeccanismi e la regolazione automatica, il congresso internazionale di Heidelberg, organizzato dalla VDI e dalla VDE, e quelli di Milano, sui problemi dell'automatismo, e di Namur, sulla cibernetica, uno dei temi del quale era dedicato specificamente alla automazione. Questi due ultimi convegni sono quelli che presentano maggiore affinità con il congresso di Parigi, al quale sono stati anche assai vicini nel tempo (quello di Milano lo ha preceduto di poco più di un mese e quello di

Namur lo ha seguito di una sola settimana); più di una memoria, anzi, è stata presentata in tutti e tre o in almeno due dei congressi. Il caso ha voluto, inoltre, che gli atti delle tre riunioni uscissero con uguale ritardo, quasi contemporaneamente.

Queste circostanze potrebbero suggerire l'opportunità di un riesame complessivo degli atteggiamenti assunti in quella occasione dai vari studiosi del problema e di confrontarli con le posizioni maturate a distanza di quasi quattro anni. Questo esame porterebbe, probabilmente, a notare un certo declino dell'interesse per i problemi più generali e, soprattutto, per quelli di carattere più astratto e per quelli terminologici, ai quali, allora, era stato dato un certo rilievo (si potrebbe notare, incidentalmente, che pur avendo conservato nelle designazioni inglesi il neologismo *automation*, il congresso di Milano si era intitolato ai problemi dell'automatismo e quello di Parigi alla *automatique*, termine proposto e sostenuto dal presidente del congresso, F. H. Raymond, per la designazione della scienza dei sistemi automatici); si potrebbe notare, ancora, come sia sentita sempre meno la esigenza di una riunione comune e di uno scambio di idee non solo fra gli studiosi degli aspetti economici e sociali dell'automazione e quelli dei suoi aspetti scientifici e tecnici ma anche, pur rimanendo nell'ambito di questi ultimi, fra quelli che si interessano di sistemi continui e, in particolare, di controllo a controeazione e quelli che si dedicano, invece, agli automatismi sequenziali ed allo studio della struttura logica dei sistemi numerici.

Tale diminuzione di interesse, però piuttosto che segno di una errata prospettiva nella impostazione di questi congressi, può essere considerata, invece, un indice della loro efficacia, nel senso che hanno consentito una chiarificazione preliminare di concetti fondamentali ed un tempestivo scambio di idee fra studiosi di branche diverse, tali da fornire a ciascuno di questi la possibilità di una propria impostazione dei problemi generali e una certa conoscenza panoramica dei campi laterali a quello di suo interesse più diretto.

In questo senso gli atti dei congressi nominati, benchè usciti con circa tre anni di ritardo, risultano indubbiamente utili: essi permettono, infatti, anche a chi si accosta solo ora allo studio dei vari problemi dell'automazione, di giovarsi del lavoro preliminare di assestamento e dello sforzo di reciproca comprensione compiuti in quella occasione.

Venendo più particolarmente a questi atti del congresso di Parigi, si ritiene utile citare alcuni dati di maggior interesse: si tratta di una novantina di comunicazioni, riunite in nove gruppi non tutti, per ovvii motivi, molto omogenei. Di questi gruppi il primo è dedicato agli aspetti teorici generali e comprende memorie che trattano questioni concettuali di base accanto a memorie dedicate a problemi di carattere scientifico più particolare; si ha poi un gruppo di memorie sui problemi applicativi ed organizzativi, altri sull'impiego di automatismi nei diversi campi, uno sulle calcolatrici, uno sui componenti e l'ultimo, infine, sugli aspetti economici e sociali dell'automazione.

La maggior parte delle memorie è di autori francesi; sono numerosi, però, anche i lavori di studiosi di altre nazionalità, fra i quali sei italiani.

Il volume è riprodotto in offset, con carattere dattilografico.

✱

DEUXIÈMES JOURNÉES INTERNATIONALES DE CALCUL ANALOGIQUE; SECOND INTERNATIONAL ANALOGUE COMPUTATION MEETING - Strasbourg 1-6 sept. 1958 - *Actes - Proceedings*. (Presses Academiques Européennes, Bruxelles; Masson et C<sup>ie</sup>, Editeurs, Paris, 1959. Un volume di 21 x 29,5 cm., di 502 pagine, con 545 figure. Prezzo 110 NF).

A breve intervallo dalla pubblicazione degli atti del convegno di automatica, tenutosi a Parigi nel 1956, sono stati presentati dalle due stesse case editrici anche gli atti del secondo congresso di calcolo analogico, svoltosi a Strasburgo nel 1958.

Questa volta gli atti sono pubblicati a stampa, con numerose illustrazioni assai nitide e comprendono 84 memorie, riunite in 8 sezioni, alcune delle quali sono ulteriormente suddivise per una maggior facilità di consultazione.

Gli argomenti delle sezioni sono i seguenti: Calcolatrici analogiche elettroniche (descrizione di calcolatrici, 7 memorie; Elementi non lineari, memorie ed elementi diversi, 11 memorie; Applicazioni, 7 memorie; Considerazioni generali, precisione, stabilità, 9 memorie) - Calcolatrici analogiche meccaniche ed elettromeccaniche (4 memorie) - Calco-



latrici analogiche reolettiche (6 memorie) - Calcolatrici analogiche a reti elettriche (10 memorie) - Calcolatrici speciali (8 memorie) - Legami fra campo analogico e campo numerico (Conversione, 2 memorie; Tecniche miste analogico-numeriche, 8 memorie) - Applicazioni generali (5 memorie) - (Metodi di calcolo e comunicazioni matematiche (7 memorie)).

Il maggior numero di memorie è in francese; ve ne sono però anche in inglese ed in tedesco.

✱

A. FERRARO: *Piccolo dizionario di metrologia generale*. (Ed. Zanichelli, Bologna, 1959. Un volume di 16,5 x 24,5 cm, di 292 pagine. Prezzo, rilegato, 3.000 lire).

Ecco un libro che merita di essere bene accolto e largamente diffuso fra i tecnici. Le questioni di metrologia, il corretto uso delle unità e dei sistemi, sono fondamentali per la tecnica come per la scienza e purtroppo specialmente fra i tecnici regnano ancora spesso incertezze, confusioni e difficoltà. L'avere sottomano una fonte sicura, chiara e pronta di riferimento può essere in molti casi di grande utilità.

Il volume si riferisce a tutti i campi della tecnica e in esso troviamo perciò anche molte unità di uso meno frequente o particolarmente riguardanti ristretti campi della tecnica: anche sotto questo aspetto il libro potrà essere spesso utile a chi debba incidentalmente occuparsi di argomenti che non formino oggetto della sua ordinaria attività professionale.

La materia è presentata proprio, come dice il titolo, sotto forma di dizionario, con le varie voci disposte in ordine alfabetico: non si tratta quindi di un Trattato organico ma di un'opera destinata appunto alla consultazione rapida. Ogni voce però è spiegata e commentata con adeguata larghezza e, quando necessario, anche con opportuni richiami teorici, cosicché la consultazione riesce sempre immediatamente utile ed efficace, senza necessità di laboriosi rinvii ad altre voci.

L'A. tiene a mettere in evidenza di essersi attenuto con particolare attenzione al Sistema Giorgi e anche di ciò gli va data lode per il contributo che così porta alla più generale diffusione di questo sistema che dovrebbe ormai essere adottato in via definitiva da tutti i tecnici.

Il libro è presentato in ottima veste tipografica come è tradizione della Casa editrice.

✱

M. WOLF: *Enzyklopedie der Energiewirtschaft - II Band: Belastungskurven und Danerlinien in der elektrischen Energiewirtschaft*. (Ed. Springer, Berlino, 1959. Un volume di 16 x 25 cm, di 563 pagine, con 473 figure. Prezzo, rilegato, 97,50 DM).

Il volume, che si presenta come il secondo di un'opera che ne comprenderà complessivamente quattro, è veramente, come dice l'A. nella Prefazione, il primo del suo genere in quanto è completamente dedicato allo studio dei diagrammi di carico delle reti elettriche, trattati non soltanto dal punto di vista sperimentale e statistico ma anche matematico e analitico. La esposizione, pur appoggiata ad una larghissima base statistica prende così un carattere più generale e razionale che riveste un grande interesse per i produttori e distributori di energia elettrica.

Il materiale statistico raccolto è veramente ingente e tale da non potersi reperire, così ordinato, in nessuna altra fonte; esso si estende praticamente a tutti i Paesi civili e a tutte le singole categorie di industrie e di utenze in genere. Basterebbero le moltissime tabelle numeriche e l'abbondanza dei diagrammi riportati per rendere il libro degno della massima considerazione.

Per la raccolta di così ricca documentazione l'A. si è giovato della collaborazione delle Imprese elettriche dei vari Paesi; della UNIPED e di altre organizzazioni internazionali.

Il volume consta di 14 capitoli, i primi dei quali sono particolarmente dedicati alla esposizione del materiale statistico, razionalmente e ordinatamente presentato, mentre nei successivi capitoli sono esposti e ampiamente illustrati i metodi di elaborazione e di studio delle curve di carico e delle curve di durata.

In calce al volume si trova una raccolta di nomogrammi utili per lo studio delle linee di durata di carico secondo i

metodi esposti nel testo e una raccolta di valori di funzioni varie che si incontrano in tali studi.

Il volume, presentato secondo l'uso della Casa editrice, in ottima veste tipografica merita di essere largamente segnalato come un'opera fondamentale nel campo della economia della produzione e distribuzione di energia elettrica.

✱

C. RINT: *Lexikon der Hochfrequenz-Nachrichten-und Elektrotechnik*. Band 4. (VEB Verlag, Berlino - Porta Verlag K.G., Monaco, 1959. Un volume di 10 x 16 cm, di 852 pagine, con 498 figure. Prezzo, rilegato, 28,75 DM).

Questa interessante e notevole opera di cui abbiamo dato più volte notizia (vedi «L'Elettrot.», 1959, pagine 38 e 262) si avvia alla fine con questo quarto volume che chiude la parte che costituisce propriamente il Lexicon. Nel corrente anno sarà pubblicato il quinto e ultimo volume che costituirà il dizionario in più lingue (inglese, francese e russo) con rinvio alle voci del testo tedesco; data la grande ricchezza di termini contenuti nel Lexicon, questo quinto volume costituirà un dizionario di grandissima utilità pratica.

Il volume che ora presentiamo si apre con la voce R-Schamotte e si chiude con quello Zylinderwicklung comprendendo più di 4.100 voci. Come già detto per i precedenti volumi, ogni voce è sinteticamente ma chiaramente commentata, spesso con l'ausilio di figure, schemi ecc.; per ogni voce tedesca è riportata la traduzione francese, inglese o russa.

Nel loro complesso i 4 volumi costituiscono veramente un'opera di consultazione e di riferimento di grande utilità per tutti gli elettrotecnici.

✱

H. MÜLLER: *Jahrbuch der Elektrowärme - 1958-59*. (Vulkan Verlag dr. W. Classen, Essen. Un volume di 15 x 23,5 cm, di 590 pagine, con molte figure. Prezzo, rilegato, 68 DM).

Appare per la terza volta questo Annuario dell'elettrotermia, che è ormai divenuto una gradita abitudine per tutti i cultori di questo ramo della tecnica e la cui pubblicazione è sempre attesa con vivo interesse. Questo terzo volume è particolarmente notevole anche perchè riporta i lavori del congresso di Stresa della Union Internationale d'Electrothermie.

Il prof. Müller cui si deve l'iniziativa della pubblicazione e che sovrintende a tutta la compilazione ha potuto, in questo volume, ulteriormente estendere, rispetto ai precedenti, le sue fonti di informazione tenendo conto anche della letteratura tecnica del Giappone e dell'Ungheria.

L'impostazione generale del volume segue quella dei precedenti. L'A. ha introdotto questa volta anche una accurata indicazione dei vari argomenti secondo la classificazione decimale. Accurati indici sistematici facilitano la consultazione del volume.

In fondo al volume è riportato anche un quadro della bibliografia analizzata nel corpo del volume stesso, distribuita secondo i vari Paesi. Complessivamente sono stati spogliati 244 periodici di 18 Paesi diversi.

Come i precedenti anche il presente Annuario costituisce una fonte preziosa di informazioni e di aggiornamento.

Il volume è riccamente illustrato e presentato in ottima veste tipografica.

**Abbonatevi ad  
"Alta Frequenza"!**

rassegna di radiotecnica, telefonia e acustica applicata

Il prezzo d'abbonamento per il 1961 è di

**L. 2.400.-** per i Soci dell'A.E.I. e della Soc. di Fisica

• **3.000.-** per i non Soci

• **3.600.-** per l'estero.

A. Goldstein - W. Frey — **Trasmissione di energia ad altissima tensione.** (Revue B. B., 1959, n. 4, pag. 227).

L'articolo espone le linee generali di un progetto studiato per trasmettere una potenza di 2 000 MW alla distanza di 1 300 km, con la previsione di elevare la potenza trasmessa fino a 3 500 MW.

Con riferimento alla fig. 1, nella centrale *A* esiste una potenza idroelettrica complessiva di 3 500 MW che deve venire fornita a reti a 230 kV in punti *B* e *C* rispettivamente situati a distanza di 960 e di 1 300 km dal punto *A*.

Per ragioni di sicurezza sono state previste fin dall'inizio due linee indipendenti, su palificazioni indipendenti.

Per una distanza di 1 300 km la riduzione che si ottiene, elevando la tensione nella costruzione della linea, supera largamente l'aumento di spesa per le apparecchiature

le sovratensioni a frequenza industriale e quelle derivanti da manovre.

Tali tensioni di tenuta superano soltanto del 13 % quelle di 1 775 kV a impulso e 750 kV a frequenza industriale già realizzate per i trasformatori destinati alla rete a 400 kV svedese cosicchè la relativa tecnica d'isolamento può ritenersi acquisita.

Nello studio del progetto è stato stabilito che il sistema deve conservare la stabilità nel caso di un difetto verso terra unipolare, eliminato dalla richiusura rapida tripolare, mentre non è assicurata la stabilità nel caso di difetto multipolare o di corti circuiti fra fasi.

Nella centrale *A* (fig. 1) è prevista in un primo tempo l'installazione di 9 gruppi da 200 MW, 20 kV e di 3 gruppi trasformatori da 600 MVA  $20/(\sqrt{3})$  kV costituiti ciascuno da 3 unità monofasi da 200 MVA. Nella

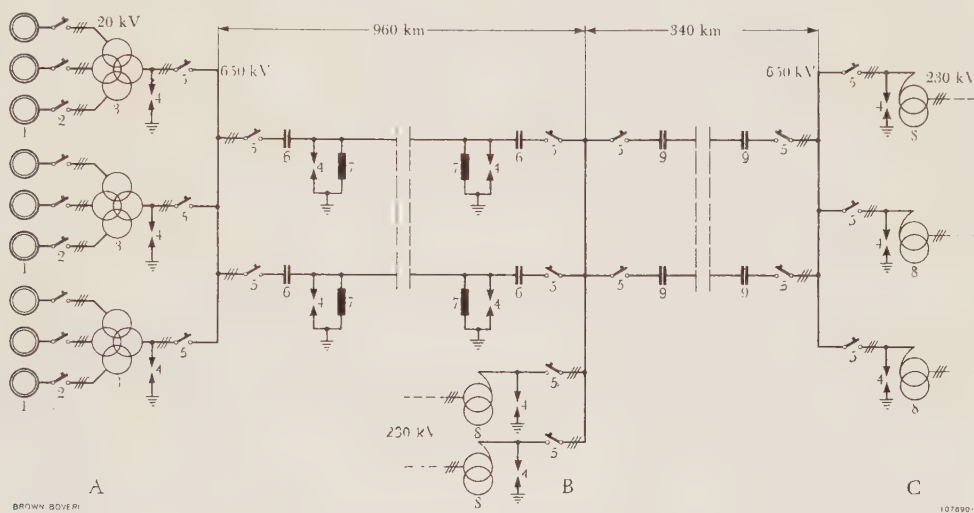


Fig. 1. — Schema unifilare della rete di trasmissione.

1, alternatore; 2, interruttori pneumatici bipolari; 3, trasformatori monofasi; 4, scaricatori; 5, interruttori pneumatici tripolari; 6, condensatori serie; 7, induttanze monofasi; 8, autotrasformatori; 9, condensatori serie.

ture terminali (trasformatori ecc.). Inoltre si realizza anche una diminuzione delle perdite ohmiche in linea.

Per queste ragioni si è stabilito che la tensione massima di servizio in un punto qualunque della linea sia di  $U_m = 650$  kV, valore considerato come massimo attualmente realizzabile.

Per determinare il livello di tenuta a impulso ci si è fondati sul livello di protezione che può essere realizzato dagli scaricatori. Si è ammesso che la tensione efficace massima che può manifestarsi, a frequenza industriale, fra una fase e la terra sia di 620 kV. In relazione a ciò gli scaricatori sono stati proporzionati per un livello di protezione di 1 620 kV; la loro tensione residua raggiunge tale valore per una corrente di scarica di 10 kA. Tenendo conto di un margine di sicurezza di 19 %, conformemente alle Raccomandazioni IEC per gli scaricatori, si ottiene una tensione di tenuta a impulso di 2 000 kV per l'apparecchiatura delle sottostazioni, di 2 200 kV fra i contatti aperti degli interruttori e di 2 800 per i coltelli aperti. La tensione corrispondente di prova a frequenza industriale, per l'isolamento in olio, è  $2\,000 : 2,3 = 880$  kV; per l'isolamento in aria, o secca o umida, si è scelta una tensione di prova più elevata, cioè 1 050 kV.

Queste tensioni di tenuta relativamente modeste sono giustificate dallo speciale collegamento adottato per il complesso della trasmissione il quale limita largamente

sottostazione *B* si effettua il collegamento con la rete a 230 kV mediante 2 gruppi autotrasformatori, ciascuno da  $3 \times 200$  MVA; 3 gruppi identici sono in *C*.

La centrale *A* contiene 3 unità composte ciascuna di 3 alternatori e 3 trasformatori monofasi; ogni trasformatore comprende 3 colonne che portano ciascuna un avvolgimento, a bassa tensione, indipendente e ognuno di tali avvolgimenti è alimentato rispettivamente dagli avvolgimenti della stessa fase dei 3 alternatori.

Questo schema permette di limitare le potenze di corto circuito, alle quali devono far fronte gli interruttori 2 degli alternatori, al valore  $2 \times 650$  MVA per fase.

Sul lato alta tensione, i 3 avvolgimenti portati dalle 3 colonne di un trasformatore monofase sono connessi in parallelo e la loro protezione è affidata agli scaricatori 4 installati in immediata prossimità.

I trasformatori sono collegati, attraverso interruttori pneumatici 5, alle sbarre omnibus ad alta tensione che alimentano le 2 linee verso *B*. Ogni potenza di linea comprende un interruttore 5, un condensatore serie 6, una induttanza di compensazione 7, e uno scaricatore speciale 4.

Alla sottostazione intermedia *B* l'apparecchiatura terminale della linea proveniente da *A* è identica. Le sbarre omnibus a 600 kV alimentano la rete locale a 230 kV mediante 2 gruppi autotrasformatori da  $3 \times 200$  MVA.



Il tronco di linea  $BC$  comprende soltanto condensatori serie; non sono installate induttanze di compensazione perchè le reti connesse possono assorbire la potenza reattiva fornita dalla linea.

Alla estremità  $C$  della linea l'energia è trasmessa alla rete a 230 kV mediante 3 gruppi di autotrasformatori da  $3 \times 200$  MVA.

Sullo schema non è indicato nulla riguardo ai sezionatori, ai trasformatori di misura e a quelli di regolazione per la tensione di linea; si tratterebbe di autotrasformatori montati sul lato 230 kV nei punti  $B$  e  $C$ , mentre per il punto  $A$  sarebbe preferibile applicare la regolazione sul punto neutro degli avvolgimenti secondari.

#### LINEA DI TRASMISSIONE.

I conduttori di fase sono a fascio di 4 corde alluminio-acciaio con diametro esterno di 30,4 mm e sezione di 480 mm<sup>2</sup> di alluminio distanziati di 400 mm, per ridurre le perdite corona.

Il tipo dei pali è rappresentato in fig. 2; la distanza fra conduttori è di 17 m e la loro altezza sul suolo, di 24 m.

Le caratteristiche elettriche della linea risultano come segue. Sistema diretto e inverso: impedenza caratteristica  $Z = 272 \Omega$ ; reattanza per fase  $X = 0,28 \Omega/\text{km}$ ; capacità per fase  $C = 1,23 \mu\text{F}/\text{km}$ ; resistenza per fase  $R = 0,0167 \Omega/\text{km}$  a 50°C; lunghezza elettrica equivalente per km (sfasamento per km)  $\beta = 0,06^\circ/\text{km}$ ; potenza caratteristica (per  $U_m = 650$  kV) 1550 MW per terna, 3100 MW per le 2 linee. Sistema omopolare:  $Z_0 = 663 \Omega$ ;  $X_0 = 1,00 \Omega/\text{km}$ ;  $C_0 = 0,775 \mu\text{F}/\text{km}$ ;  $R_0 = 0,195 \Omega/\text{km}$ ;  $\beta_0 = 0,087^\circ$ .

Quando le 2 terne trasmettono 2000 MW, ogni conduttore di fase è percorso in media da circa 1000 A; le perdite Joule ammontano a  $P_{v1} = 16,7$  kW/km per ogni fascio e a  $p_v = 16,76 = 100$  kW/km per le due terne.

Il gradiente medio di potenziale alla superficie di un conduttore risulta di circa 14,8 kV/cm e in base ai rilievi su linee a 400 kV si può ritenere che le perdite corona per ogni fascio siano di 6,8 kW/km sotto pioggia (per il 13 % dell'anno), di 1,6 kW/km in tempo di nebbia (5 % dell'anno) e di 0,55 kW/km con tempo secco (82 % dell'anno). Si può ritenere una perdita media annua di 8,4 kW/km, circa l'8,4 % delle perdite Joule, proporzione accettabile.

Per il tronco  $AB$ , lungo 960 km, la lunghezza elettrica equivalente risulta 57,6°.

**Compensazione della linea.** — In base a certe ipotesi supplementari è risultato che, affinché il complesso  $A-B-C$  sia stabile è necessario ridurre a 20° la lunghezza elettrica equivalente del tronco  $AB$  mediante condensatori serie e induttanze in derivazione. Siccome la linea attraversa regioni inabitate, i condensatori serie sono stati concentrati alle due estremità della linea.

Le induttanze di compensazione (7 in fig. 1) possono venire inserite sia al di qua sia al di là dei condensatori 6, rispetto alle sottostazioni. Montando le induttanze al di qua, è possibile connetterle sul lato bassa tensione dei trasformatori e ciò permetterebbe una costruzione meno costosa. Ma gli Autori espongono alcune considerazioni le quali mettono in evidenza che, tenuto conto della grande lunghezza della linea, è impossibile far funzionare una terna a vuoto se le sue induttanze vengono distaccate alla sua estremità aperta; usando induttanze inserite sui trasformatori sarebbe perciò necessario rendere impossibile ogni apertura unilaterale che separasse la linea dai trasformatori.

Si sono perciò adottate induttanze al di là dei condensatori costruendole per la tensione  $600 : \sqrt{3}$  kV; con ciò la compensazione diventa anche migliore. Le bobine ad alta tensione possono venire connesse alla linea o in modo permanente o attraverso sezionatori. Come è detto più avanti in tali condizioni le sovratensioni a vuoto

sono moderate e ciò permette di proteggere le bobine e i trasformatori con scaricatori inseriti direttamente ai morsetti degli apparecchi. Se si manifesta un incidente su una induttanza si devono aprire gli interruttori alle due estremità della linea.

Più avanti viene anche messo in evidenza che le induttanze montate al di là dei condensatori compensano parzialmente l'influenza di questi sui dispositivi di protezione di distanza a campo ruotante, esercitando una azione favorevole.

Dal complesso delle calcolazioni si trovano le seguenti caratteristiche per una compensazione di linea tale che sia garantita la stabilità nel caso di una richiusura tripolare massima susseguente a un difetto verso terra unipolare:

Linea: tensione fra fasi nel punto di mezzo della linea  $U_m = 651$  kV; corrente corrispondente per fase per una potenza trasmessa di 1000 MVA,  $I_m = 890$  A; fattore di potenza  $\cos \varphi = 1$ ; tensione composta e corrente per fase, in testa di linea,  $U_L = 604$  kV,  $I_L = 1020$  A; fattore di potenza  $\cos \varphi_L = 0,935$ ; scarto angolare fra le tensioni alle due estremità della linea 39°.

La compensazione è stata scelta in modo che lo scarto angolare fra le tensioni delle sbarre in  $B$  e in  $A$  sia ridotto da 39° a 20° quando la potenza trasmessa è di 2000 MVA.

Condensatori serie: reattanza per fase e per terna  $X_c = 60 \Omega$ ; corrente nei condensatori  $I_c = 1000$  A; potenza reattiva per condensatore  $P_c = 60$  MVar.

Induttanze: reattanza per fase e per terna  $X_l = 661 \Omega$ ; tensione  $604/\sqrt{3}$  kV; potenza reattiva per ogni bobina  $P_l = 183$  MVar.

Sbarre omnibus: tensione fra fasi  $U_E = 597$  kV; corrente per terna e per fase  $I_E = 965$  A;  $\cos \varphi = 1$ ; scarto angolare fra le tensioni delle sbarre alle due estremità 20°.

Per il dimensionamento dei trasformatori si deve considerare la tensione ridotta alle sbarre omnibus. In servizio normale non vi è scambio di energia reattiva fra la linea compensata e le sbarre e quindi il fattore di potenza è eguale ad uno. La linea compensata si comporta come una linea con impedenza caratteristica di 355  $\Omega$  e lunghezza elettrica equivalente di 20°.

Occorrono 12 condensatori serie e altrettante bobine di induttanza per il complesso della trasmissione  $A-B$  e cioè  $2 \times 3 = 6$  apparecchi di ciascun tipo ad ogni estremità. Ne risulta una potenza capacitiva dei condensatori serie di  $12 \times 55,8 = 669,6$  MVar e una potenza reattiva totale di  $12 \times 183 = 2196$  MVar.

Questi altissimi valori si spiegano rilevando che la potenza normalmente trasmessa è inferiore alla potenza caratteristica della linea e perciò questa fornisce, ad ogni estremità, potenza reattiva in ragione di 381,6 MVar per terna cioè in totale  $4 \times 381,6 = 1526,4$  MVar. Il bilancio d'insieme delle potenze reattive si presenta quindi così:

potenze reattive fornite dalle linee . . . . .	1526,4 MVar
potenze reattive fornite dai condensatori . . . . .	669,6 »
<b>Totale . . . . .</b>	<b>2196,0 MVar</b>

Le induttanze devono assorbire insieme la potenza reattiva fornita dalla linea e quella dei condensatori serie. Dopo il previsto aumento della potenza trasmessa questa sarà circa eguale alla potenza caratteristica e le potenze reattive delle induttanze e dei condensatori si equilibreranno intorno a 2100 MVar per il complesso della trasmissione.

**Pericolo di autoeccitazione.** — Per evitare il rischio di autoeccitazione in caso di interruzione brusca delle due linee all'arrivo in  $B$  bisogna mantenere costantemente in servizio almeno 3 gruppi generatori da 200 MVA e un gruppo trasformatore da 600 MVA connesso a questi gruppi. Sono poi necessari ottimi regolatori di tensione.

Per evitare ogni pericolo di autoeccitazione una linea

non può essere messa in servizio se in *A* non funzionano almeno 2 gruppi da 200 MVA.

**Sovratensioni a frequenza industriale.** — Sono stati eseguiti i calcoli completi per due casi speciali.

Il primo riguarda il comportamento a vuoto delle due linee alimentate da 3 gruppi generatori in *A*, in caso di una interruzione in *B* restando connesse le induttanze. Si ottiene:

potenza capacitiva alle sbarre omnibus di *A*, per le due terne. . . . . 1300 MVar  
tensione alle sbarre omnibus in *A* . . .  $1,46 \times 650 : \sqrt{3} = 545$  kV  
tensione all'estremità aperta in *B* . . .  $1,55 \times 650 : \sqrt{3} = 580$  kV

Il secondo caso riguarda il manifestarsi di un difetto unipolare a terra in *A*, con le linee, alimentate da tutte le macchine, interrotte in *B*, induttanze inserite. Nelle prove su modelli si è ammesso che gli scaricatori di protezione degli scaricatori in *A* si fossero adescati sulla fase difettosa. La tensione fra le fasi sane e la terra, all'estremità aperta delle linee, cioè in *B*, raggiunge un valore massimo di  $0,95 \times 650 : \sqrt{3} = 356$  kV. Questo valore sarà ancora minore se la linea fosse caricata quando si manifesta il guasto.

**Collegamento B-C.** — Per la linea non compensata si trova, nel caso che sulle due terne siano trasmessi 2 000 MVar:

tensione composta, all'estremità delle linee  $U_L = 615$  kV  
corrente all'estremità di linea, per fase e per terna . . . . .  $T_L = 1000$  A  
scarto angolare fra le tensioni di linea alle due estremità . . . . .  $18^{\circ},8$ .

La compensazione permette di ridurre lo scarto angolare a  $10^{\circ}$ .

Condensatori serie: reattanza capacitiva per fase e per terna  $X_c = 20 \Omega$ ; corrente per condensatore  $I_c = 1000$  A; potenza reattiva, per condensatore,  $P_c = 20$  MVar.

Bilancio delle potenze reattive:

potenza reattiva globale per i 12 condensatori 240 MVar  
potenza reattiva fornita dalla linea . . . . . 270 »

potenza reattiva globale fornita alle due sottostazioni B e C . . . . . 510 MVar

#### EQUIPAGGIAMENTO DELLA LINEA.

I pali (fig. 2) sono del tipo Motor-Columbus, secondo la tecnica dei tubi di acciaio riempiti di cemento.

Essi possono sopportare una trazione unilaterale di 9 t con 2 conduttori di fase rotti.

I conduttori sono sospesi a catene di 6 m costituite da elementi Motor rinforzati.

Nella tabella seguente è fatto un confronto fra il costo di costruzione di diversi tipi di linee aventi conduttori capaci di trasmettere la potenza caratteristica prendendo la linea a una terna a 650 kV come riferimento (100 %):

Tensione kV	Linea	Potenza caratteristica MW	Costo per MW per km %
650	doppia	3100	88
650	semplice	1550	100
500	doppia	1800	124
500	semplice	300	138
380	doppia	1000	177

#### PROTEZIONE CONTRO I CORTI CIRCUITI.

Si è adottata la classica protezione rapida di distanza con collegamento ad alta frequenza. È interessante esaminare l'influenza dei condensatori serie.

Si ammette che gli scaricatori di protezione dei condensatori intervengano con certezza nel caso di un corto circuito vicino, probabilmente nel caso di corto circuito all'altra estremità della sezione di linea considerata, e occasionalmente quando il corto circuito avviene sull'altra sezione di linea.

I riduttori di corrente sono montati fra gli interruttori di linea e le bobine di induttanza, cosicché l'influenza della capacità della linea è largamente compensata. I riduttori di tensione sono inseriti sulle sbarre omnibus.

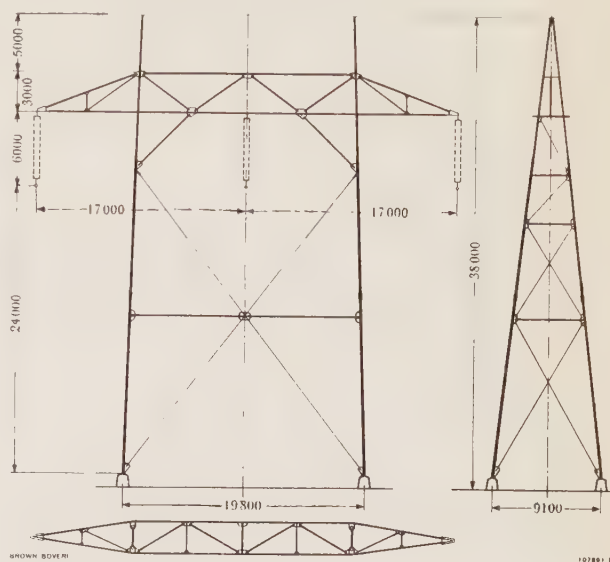


Fig. 2. — Palo della linea a 650 kV, in tubi di acciaio riempiti di calcestruzzo.

Si è calcolata l'impedenza rilevata dai relè in caso di corto circuito o di difetto a terra sulla linea di 900 km tenendo conto dell'influenza delle bobine e dei condensatori. La reattanza di entrata della linea, in caso di corto circuito sulle sbarre omnibus all'estremità opposta, raggiunge 200  $\Omega$  e 146  $\Omega$  per fase secondo che i condensatori sono shuntati oppure no; è di 120  $\Omega$  nel caso di corto circuito nel mezzo della linea, con condensatori shuntati.

Grazie al collegamento in alta frequenza, regolando i relè a 135  $\Omega$  per la prima zona e per 350  $\Omega$  per la seconda si può assicurare il distacco del tronco difettoso nel tempo base e il distacco differito nella seconda zona. La reattanza omopolare della linea di 960 km raggiunge 541  $\Omega$  talché, in caso di difetto unipolare a terra la reattanza d'entrata della linea non è molto influenzata dai condensatori. Considerando i fenomeni transitori a questi ultimi dovuti, è raccomandabile di non esigere una protezione troppo rapida e di prevedere un tempo di apertura di circa 0,06 secondi.

#### APPARECCHIATURA DELLE CENTRALI E DELLE SOTTOSTAZIONI.

**Trasformatori e bobine di induttanza.** — Tutti sono stati progettati in modo da essere trasportabili per ferrovia, con vagoni speciali.

Si sono adattati nuclei a lamierini radiali, costruzione particolarmente opportuna per le bobine di induttanza.

I trasformatori elevatori della centrale *A* hanno un circuito magnetico comprendente 5 colonne delle quali 3 portano ciascuna un avvolgimento a bassa tensione indipendente e un avvolgimento ad alta tensione che è col-



legato in parallelo con quello delle altre 2 colonne: la potenza unitaria di questi avvolgimenti è di 66,7 MVA.

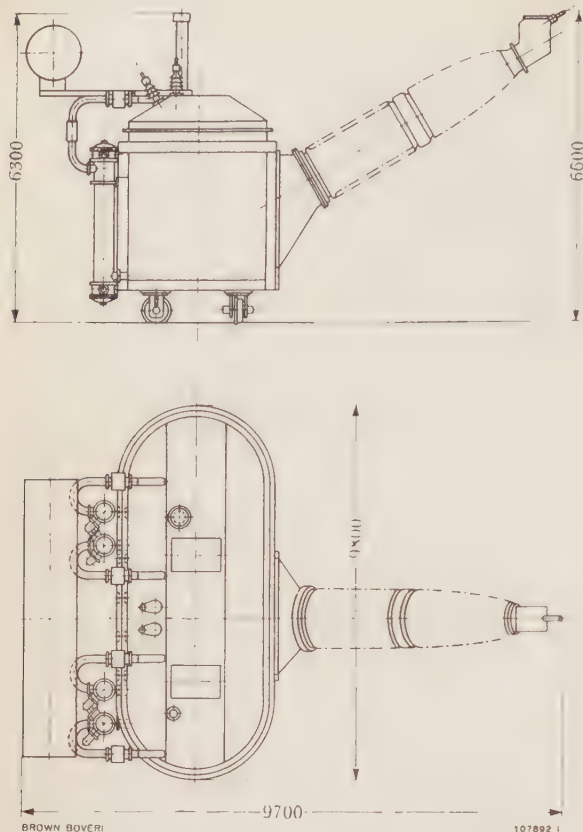


Fig. 3. — Trasformatore elevatore da 200 MVA, 20/600 :  $\sqrt{3}$  kV.

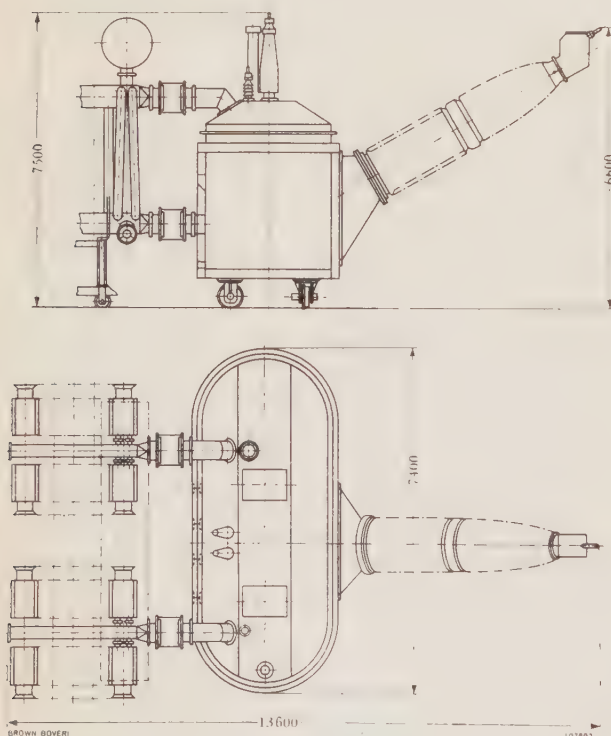


Fig. 4. — Autotrasformatore monofase di accoppiamento, con radiatori, 200/200/50 MVA, 600 :  $\sqrt{3}/230$  :  $\sqrt{3}/20$  kV.

I trasformatori delle sottostazioni B e C sono autotrasformatori con avvolgimento terziario e hanno 2 co-

lonne, come le bobine di induttanza installate in A e in B.

Le caratteristiche principali risultano dalla tabella II (pag. 250) e le dimensioni dalle figure 3, 4 e 5.

**Condensatori serie.** — Come si è detto, la compensazione della linea di 950 km deve farsi sulla base di questi dati:  $X_c = 60 \Omega$ ;  $I_c = 1000$  A;  $U_c = 60$  kV;  $P_c = 60$  MVar.

L'elemento unitario è un condensatore da 16 kVar, 330 V, 48 A. Alla tensione di esercizio il gradiente nel dielettrico è così piccolo che una ionizzazione la quale si adescasse casualmente per sovratensioni, si arresta da se stessa. I condensatori sono protetti da scaricatori in parallelo, regolati per adescarsi alla tensione efficace di

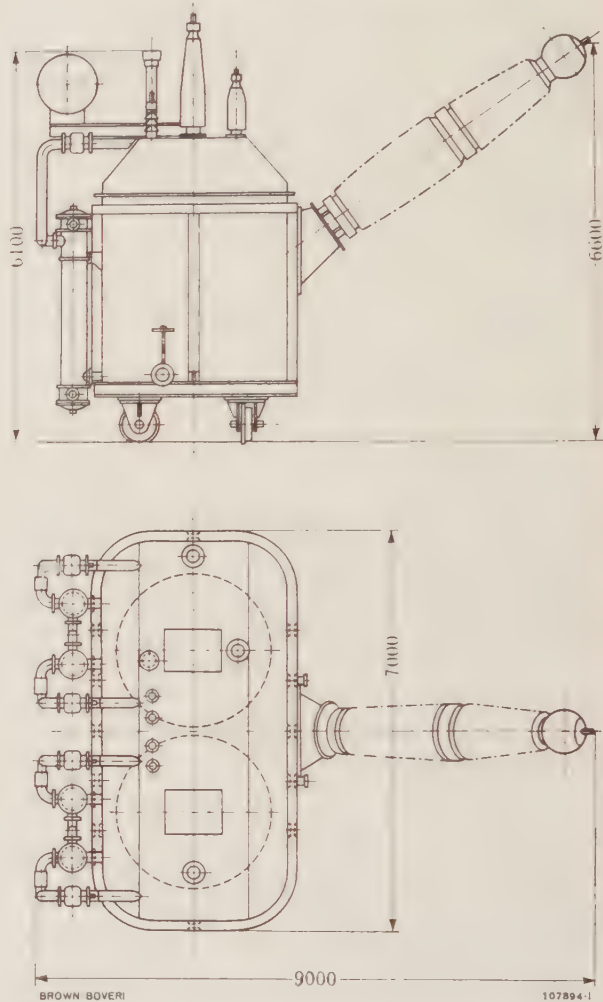


Fig. 5. — Bobina monofase di induttanza 600 :  $\sqrt{3}$  kV, 520 A, 660  $\Omega$ .

$3,5 U_c = 210$  kV, valore inferiore alla tensione di ionizzazione del dielettrico, e autoestinguentisi. La fig. 6 indica la disposizione degli elementi su piattaforme che portano 15 gruppi di 42 unità; per ogni fase occorrono 6 di queste piattaforme.

**Interruttori.** — Gli interruttori di linea a 650 kV sono stati progettati fino dall'inizio per la potenza massima finale della centrale, cioè per 3500 MW, corrispondente a una corrente permanente di 1500 A.

Nel caso di uno scatto in A, la potenza massima di corto circuito che appare in tale punto è di 12500 MVA alla frequenza propria di 1500 p/s; ma in B e in C bisogna prevedere potenze di corto circuito di 20000 MVA. Gli interruttori sono quindi progettati per interrompere una potenza simmetrica di 25000 MVA alla frequenza

propria di 400 p/s. Ciò richiede di mettere in serie, per ogni polo, 12 camere di estinzione, tipo DHF, con resistenze in parallelo. Detta potenza può venire interrotta

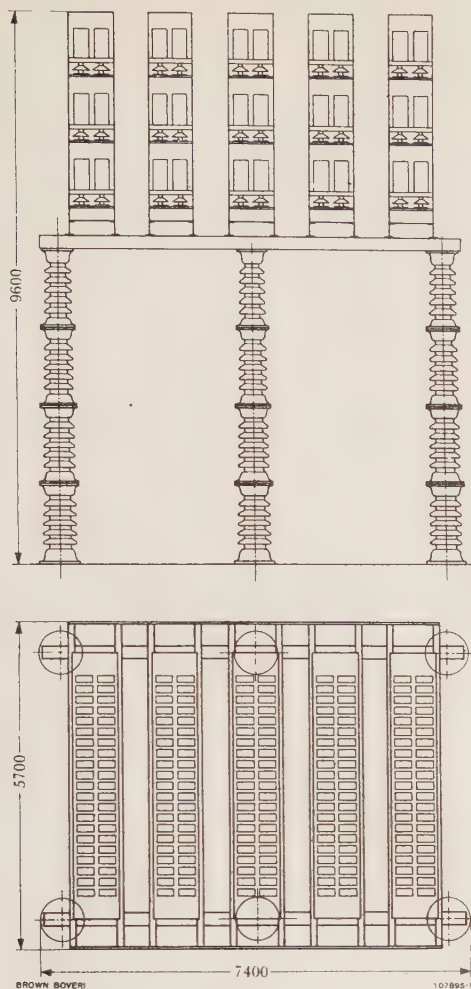


Fig. 6. — Batteria di condensatori serie per la compensazione della linea.

630 unità da 16 kVar, 330 V, 48 A; complessivamente 10 MVar.

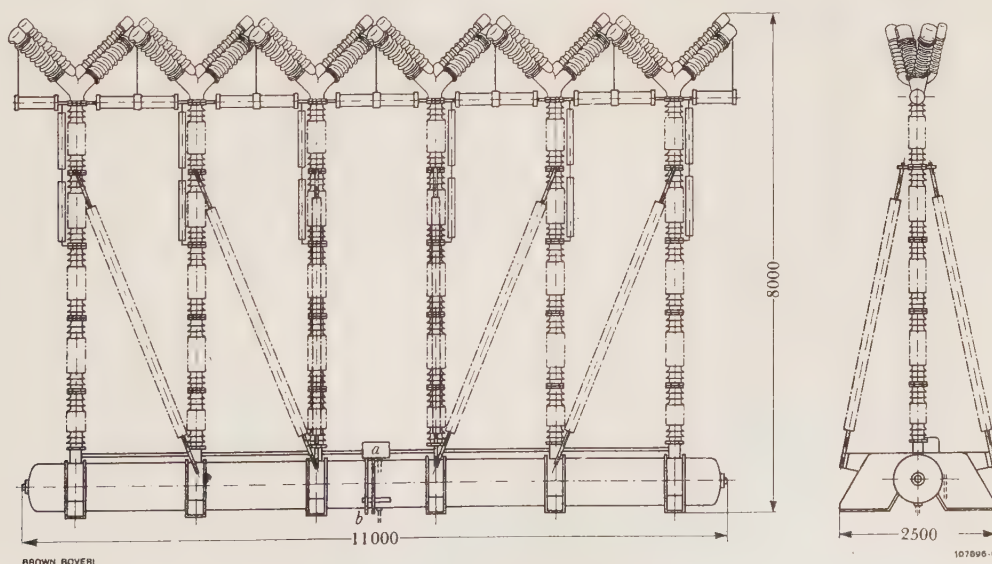


Fig. 7. — Polo di interruttore pneumatico ultrarapido per 650 kV.

Tensione nominale 650 kV; potere nominale di interruzione 25 000 MVA; tempo d'apertura 0,06 sec; corrente nominale 1500 A; tensione di tenuta a impulso 2000 kV; tenuta di tensione a impulso fra contatti aperti 2200 kV; tensione di prova a frequenza industriale, a secco e sotto pioggia (valore efficace) 1050 kV; corrente istantanea nominale 60 kA; corrente efficace massima durante 4 sec, 25 kA.

anche quando vi sia opposizione di fase, cioè una tensione di ristabilimento di  $2 \times 650 : \sqrt{3} = 750$  kV. Col neutro a terra alle due estremità, la linea di 960 km, può ancora venire interrotta a vuoto con una tensione composta di servizio di 950 kV, senza riaccensioni. Le sovratensioni provocate dal distacco dei trasformatori a vuoto non risultano pericolose.

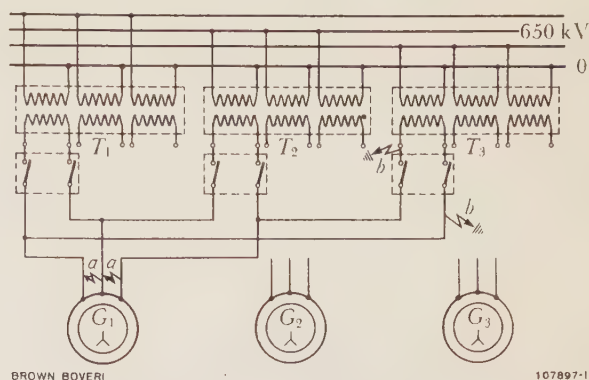


Fig. 8. — Schema di inserzione degli interruttori e degli alternatori da 200 MVA.

Unità generatrice comprendente: 3 alternatori trifasi da 200 MVA ( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ); 3 trasformatori monofasi da 200 MVA ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ); 5 interruttori pneumatici a 20 kV, bipolari, inseriti nell'avvolgimento a triangolo aperto dei trasformatori. a) corto circuito trifase; b) difetto doppio a terra.

Per gli interruttori degli alternatori, data la disposizione dei collegamenti adottati, si è potuto adottare lo schema di fig. 8 con gli interruttori installati negli angoli dei triangoli ciò che ha permesso di utilizzare gli apparecchi esistenti per una corrente permanente di 4000 A. La potenza da interrompere per polo è di 325 MVA nel caso del corto circuito trifase e di 650 MVA per doppio difetto a terra: gli interruttori a 2 camere di estinzione per polo possono fronteggiare con sicurezza tali condizioni.

**Scaricatori.** — Come è stato detto il valore efficace massimo della tensione che può manifestarsi ai morsetti degli scaricatori è limitato a 620 kV, grazie alle bobine di induttanza. Allo scopo di ottenere una bassa tensione residua si è adottata una soluzione con scaricatori tripli



TABELLA II. — Trasformatori.

	Trasformatori elevatori in A	Autotrasformatori in B e C	Induttanze in A e B
Frequenza . . . . .	50	50	50
Potenza . . . . .	200	200/200/50	180
Tensioni . . . . .	20/600 : $\sqrt{3}$	$(600 : \sqrt{3}) / (230 : \sqrt{3}) / 20$	$600 : \sqrt{3}$
Correnti . . . . .	10 000/580	580/1505/(2500)	520
Collegamenti . . . . .	$\Delta/Y$	Y	Y
Tensione di corto circuito . . . . .	10	8	reattanza 600 $\Omega$
Tensione di prova a frequenza ind. (valore efficace) . . . . .	880/50	880/50	880
Tensione di tenuta a impulso . . . . .	2000/150	2000/825/150	2000
Peso . . . . .	240	245	150
Raffreddamento . . . . .	ad acqua	ad aria	ad acqua

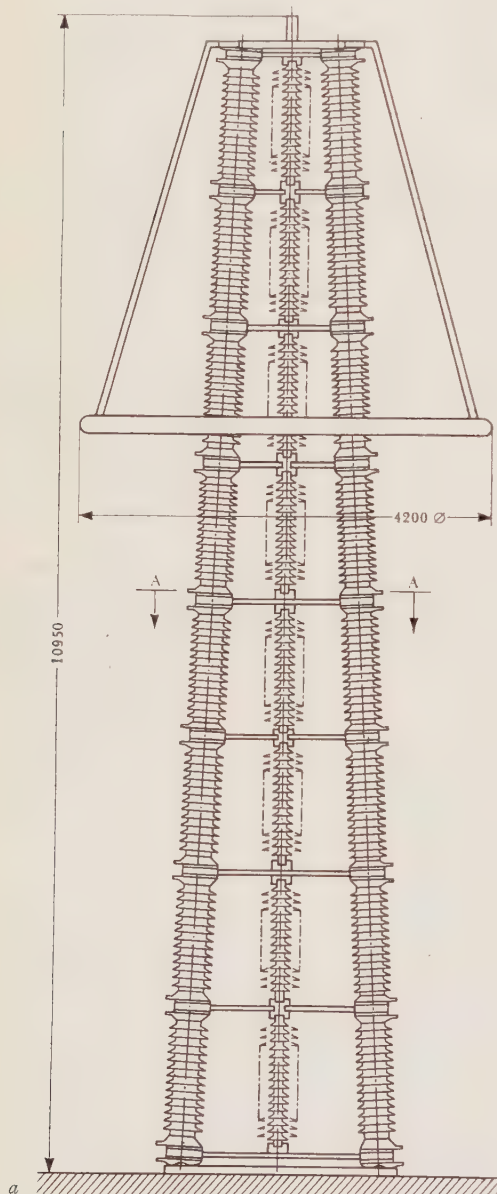


Fig. 9. — Scaricatore per rete a 650 kV.  
Corrente nominale di scarica (a impulso) 20 kA; tensione residua a 10 kA, 1620 kV; tensione massima di esercizio (valore efficace a frequenza industriale) 620 kV; tensione di adescamento a impulso 1/50, max 1350 kV; tensione di adescamento (efficace) a 50 p/s, min 1150 kV; tenuta alle onde lunghe rettangolari 750 A, 2000  $\mu$ s.

aventi la colonna centrale che contiene il dispositivo a capacità per la distribuzione delle tensioni; vedi fig. 9. Con una tensione residua di 1620 kV per una corrente di

scarica di 10 kA, resta un margine di sicurezza di 19 % rispetto alla tensione di tenuta a impulso delle apparecchiature delle stazioni.

**Riduttori di misura.** — Per i riduttori di tensione e di corrente si è adottata la costruzione in cascata con involucri ermetici.

I riduttori di corrente contengono due elementi di misura, ciascuno di 200 VA, in classe 20 mentre i riduttori di tensione, a un solo nucleo, sono per 400 VA in classe 0,5.

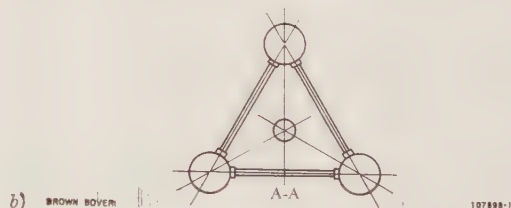
#### CONDIZIONI DI STABILITÀ.

Gli studi eseguiti con modello di rete hanno dimostrato che, nelle ipotesi assunte a base del calcolo, il sistema si trovava al limite della stabilità per un difetto unipolare a terra, con apertura tripolare e richiusura rapida.

Può sorprendere che, con una così forte compensazione, non si abbia maggiore stabilità nei riguardi di un difetto relativamente benigno. Bisogna osservare che le condizioni di trasmissione da A verso B sono tutt'altro che favorevoli. La centrale invia tutta la sua potenza sulla linea con destinazione a B e a C. Se per un guasto (ad es. messa a terra, con interruzione momentanea di una terna) soltanto una parte della potenza precedentemente trasportata può ancora venire trasmessa, le macchine in A accelerano in proporzione della riduzione della potenza trasmessa; accelererebbero molto meno se la centrale A erogasse parte della sua energia ad altra utenza.

Nel tempo della durata del difetto a terra e del tempo morto che precede la richiusura, la potenza fornita da A scende a circa 80 % di quella precedentemente trasmessa, perchè il collegamento fra A e B è effettuato con una sola terna.

Questo squilibrio sembra lieve ma bisogna pensare che fra le forze elettromotrici degli alternatori situati alle due estremità della trasmissione esistono scarti angolari relativamente notevoli. Si è detto che lo scarto fra i due punti estremi della linea compensata A-B è di 20°. Fra



la tensione in testa di linea e la tensione d'intraferro degli alternatori in A bisogna aggiungere ancora 19° cosicchè lo sfasamento totale fra gli alternatori di A e le sbarre

omnibus di  $B$  risulta di  $39^\circ$ . Inoltre la fase della tensione in  $B$  non è fissa; al punto  $B$  sono collegate, attraverso la rete a 230 kV, centrali per una potenza di circa 1 000 MW. Ancora,  $B$  è collegato al punto  $C$  da una linea di 300 km e la potenza che interviene in tale punto è pure di 1 000 MW. Bisogna ancora fare il conto con i compensatori sincroni che, per il calcolo della stabilità sono stati raggruppati in una macchina fittizia con gli alternatori connessi nel punto  $C$ . Gli studi sulla stabilità hanno dimostrato che gli alternatori di  $B$  e di  $C$  presentano praticamente lo stesso scarto per il tipo di difetto considerato. E quindi lecito, in prima approssimazione, sostituire il complesso degli alternatori, connessi in  $B$  e in  $C$ , con una sola macchina fittizia equivalente. Si è cercato allora di stimare lo scarto angolare che dovrebbe sussistere fra le sbarre omnibus in  $B$  e la tensione di entrata della macchina fittizia  $B + C$ , per poter spiegare i risultati ottenuti sui modelli: tale angolo è risultato di  $20^\circ$  circa.

Ai 39° fra  $A$  e  $B$  bisogna dunque aggiungere 20° di modo che lo scarto totale fra la forza elettromotrice degli alternatori di  $A$  e quella della macchina fittizia  $B + C$  raggiunge circa 60°. Non può quindi sorprendere che il sistema sopporti soltanto una riduzione di 20 % nella potenza trasmessa durante  $0,1 + 0,25 = 0,35$  secondi; nella ipotesi naturalmente che in tale tempo le valvole delle turbine siano rimaste immobili.

La fig. 10 illustra queste condizioni. La curva 1 rappresenta la potenza attiva della rete in funzione dell'angolo  $\theta$  per una trasmissione non perturbata; la curva 2 è quella della potenza attiva dopo il verificarsi della perturbazione cioè della difetto a terra con apertura di una terna. Le sue ordinate rappresentano l'80 % di quelle della curva 1 in base a quanto sopra detto.

Prima del difetto il complesso funzionava alla potenza  $p_0 = 100\%$  con uno scarto polare  $\vartheta = 60^\circ$ . Al momento del difetto la potenza fornita dalle macchine si abbassa bruscamente del 20% e raggiunge la curva 2: si ha quindi un eccesso di potenza  $\Delta p$  che accelera le mac-

chine. L'angolo  $\vartheta$  aumenta col tempo e l'eccedenza  $\Delta p$  è, a sua volta, funzione di  $\vartheta$ .

Se ammettiamo per  $\Delta p$  un valore medio di 14 % è facile calcolare che durante il tempo di apertura di 0,35

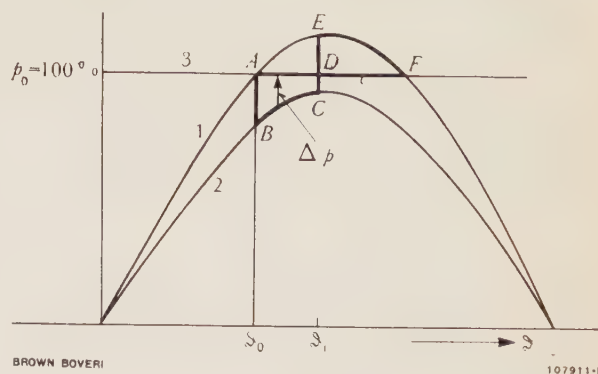


Fig. 10. — Diagramma esplicativo corrispondente ai risultati delle prove di stabilità eseguite con modello di rete.

$\delta$ , scarto angolare fra le forze elettromotrici degli alternatori in  $A$  e della macchina fittizia equivalente della rete connessa in  $B$  e  $C$ ;  $p$ , potenza attiva trasmessa; 1, servizio normale; 2, durante una perturbazione (difetto unipolare a terra e apertura d'una terna); 3, potenza fornita dalle turbine;  $BC$ , variazione di scarto polare durante la perturbazione;  $E_F$ , variazione dello scarto polare dopo la rimessa in circuito della linea perturbata.

secondi, l'angolo  $\vartheta$  aumenta di  $23^\circ$  e all'istante della richiusura arriva a  $83^\circ$ . Per fare questo calcolo si è tenuta una costante di inerzia  $H = 3,75$  secondi. È il punto  $C$  che caratterizza lo stato del sistema in tale istante. Risulta dalla teoria generale della linea che il sistema è al limite di stabilità quando le superfici  $ABCD$  e  $DEFG$  hanno aree equivalenti. Tale è prossimamente il caso della fig. 10 e si vede quindi che il sistema equivalente considerato è effettivamente al limite di stabilità.

N.





# ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
ERETTA IN ENTE MORALE IL 3 FEBBRAIO 1910

## NOTIZIE DELLE SEZIONI

### SEZIONE ADRIATICA

Sabato 27 febbraio alle ore 16 ha avuto luogo l'Assemblea generale dei soci della Sezione Adriatica nella sede di via Palestro 4, riunita in seconda convocazione, essendo andata deserta la prima convocazione indetta precedentemente nello stesso luogo, per deliberare sul seguente

#### ORDINE DEL GIORNO

- 1 - Approvazione del bilancio consuntivo dell'anno precedente ed il preventivo dell'anno in corso.
- 2 - Relazione e comunicazioni della Presidenza.
- 3 - Varie.

Il Presidente ing. Giunchi, dopo aver dichiarata aperta l'Assemblea, ha rivolto il suo saluto ed il suo ringraziamento ai presenti per essere intervenuti e passando al primo punto dell'ordine del giorno ha dato la parola al Segretario-Tesoriere ing. Komaretho che ha illustrato i bilanci qui di seguito riassunti:

#### CONTO CONSUNTIVO ANNO 1959

ENTRATE			
Contributi soci:			
N. 39 juniores . . . . .	a L. 1 545	L. 60 255	
» 181 individuali . . . . .	» 3 090	» 559 290	
» 4 collettivi I cat . . . . .	» 4 120	» 16 480	
» 3 » II » . . . . .	» 8 240	» 24 720	
		L. 660 745	=====

SPESE			
Contributi alla Sede Centrale:			
Soci radiati nel I semestre			
N. 2 juniores . . . . .	a L. 312,5	L. 625	
» 1 individuale . . . . .	» 562	» 562	
		L. 1 187	
Soci regolari a quota intera			
N. 39 juniores . . . . .	a L. 1 250	L. 48 750	
» 181 individuali . . . . .	» 2 250	» 407 250	
» 4 collettivi I cat. . . . .	» 2 750	» 11 000	
» 3 » II » . . . . .	» 6 000	» 18 000	
		L. 485 000	
Spese generali			
Postali . . . . .	L. 25 050		
Tipografiche . . . . .	» 11 283		
		L. 36 333	
		L. 522 520	=====

Situazione patrimoniale			
Consistenza al 31-12-1958 . . . . .	L. 245 616		
Saldo attivo esercizio 1959 . . . . .	» 138 225		
		L. 383 841	=====

#### CONTO PREVENTIVO ANNO 1960

ENTRATE			
Contributi soci . . . . .		L. 793 580	=====
SPESE			
Contributi alla Sede Centrale . . . . .		L. 611 757	
Attività culturale . . . . .	L. 111 823		
Postali, tipografiche ecc. . . . .	» 70 000		
		L. 181 823	=====

Dopo i chiarimenti forniti ad alcuni degli intervenuti la Assemblea ha approvato all'unanimità.

Si è passati quindi all'esame dei punti 2 e 3 dell'ordine del giorno.

Il Presidente, dopo aver riferito sull'avvicendamento delle Sezioni tra Ancona e Pescara, ricorda la decisione del Consiglio Generale di tenere la Riunione Annuale ad Ancona e

raccomanda a tutti di offrire la loro fattiva collaborazione perchè la manifestazione abbia il più lusinghiero successo ricordando l'impegno che ci deriva dall'ospitare la manifestazione dopo quella magnifica tenuta lo scorso anno a Venezia.

Riferendo sull'attività della Sezione rileva che questa nel primo anno di vita ad Ancona è stata alquanto modesta — una sola conferenza verso la fine dell'anno — in questo secondo anno però sarà fatto ogni sforzo perchè possa aver luogo almeno una manifestazione al mese.

Infine raccomanda a tutti il più vivo interessamento presso persone amiche e presso chiunque può avere interesse a far parte della nostra Associazione affinchè questi si iscrivano al nostro sodalizio.

Esauriti gli argomenti all'ordine del giorno, dopo alcuni interventi dell'ing. Forconi di Tolentino la seduta è stata tolta.

\*

### SEZIONE DI GENOVA

Nel pomeriggio del giorno 28 novembre 1959 i soci della Sezione di Genova hanno effettuato una visita agli Impianti di Segnalazione e Controllo della Stazione Principe delle Ferrovie dello Stato.

Dopo una breve conferenza illustrativa tenuta dai dirigenti del Compartimento di Genova, i soci, cortesemente accompagnati dai funzionari delle F.S., hanno potuto vedere nel dettaglio le varie parti dell'impianto ed in particolare la cabina centrale di controllo, dove vengono seguiti i movimenti dei treni e dove vengono comandati i circuiti per la predisposizione degli itinerari dei convogli su tutto il piazzale della Stazione.

\*

### SEZIONE DI NAPOLI

Venerdì 4 dicembre e 11 dicembre 1959 il dr. ing. Luigi Niccolai, della SIRT S.p.A. Milano, ha tenuto una comunicazione sul tema: « La trasmissione in codice di impulsi modulati in ampiezza ».

L'argomento della comunicazione, che per due tornate è stato seguito da numerosissimo uditorio e con grandissimo interesse è stato svolto in forma del tutto divulgativa e dedicata soprattutto a coloro che pur non occupandosi direttamente dei problemi di trasmissione desiderano essere informati di quanto si sta facendo in questo campo in continua trasformazione ed ampliamento, consta di tre parti.

Nella prima l'oratore mostra come il segnale elettrico col quale si trasmette un messaggio scritto (telegrafico), orale (telefonico), oppure visivo (fac simile o TV) è funzione del tempo, della frequenza e dell'ampiezza. All'inizio della telefonia ci si prefisse di seguire la trasmissione analogica del segnale il che richiedeva che nel segnale ricevuto l'ampiezza e la frequenza avessero nel tempo la stessa distribuzione che nel segnale emesso; in seguito con l'utilizzazione multipla dei circuiti a divisione di frequenza si abbandonò il concetto della trasmissione analogica ottenendo anche l'importantissimo vantaggio di abbassare il costo del circuito.

Nella seconda parte l'oratore passa a mostrare, facendo per semplicità riferimento al solo segnale telefonico, come non sia necessario trasmetterlo come funzione continua del tempo, ma come invece basti trasmettere corti campioni dello stesso prelevati con una cadenza almeno eguale al doppio della massima frequenza contenuta nel segnale; la variabile tempo è quindi resa discreta e lo spettro delle frequenze risulta sostituito dalla cadenza di campionatura. Indicando poi sommariamente come l'orecchio percepisce per quanto, si mostra come la terza variabile ampiezza venga quantizzata normalmente in 127 gradini e poi compressa; l'ampiezza dei singoli campioni che così si ottengono non viene trasmessa in linea per non essere soggetta alla distor-

sione provocata dal rumore, ma viene codificata con sistema binario mediante opportune combinazioni di 7 impulsi di codificazione. Con un breve riferimento al concetto base della numerazione binaria l'oratore mostra come con impulsi opportunamente disposti in 7 intervallini si possano individuare i valori corrispondenti ai 127 scalini di quantizzazione più lo zero.

Nella terza parte della comunicazione, dopo aver esposto in forma schematica un sistema di quantizzazione e codificazione, l'oratore indica come il segnale inviato in linea risulti protetto contro il rumore: una prima parziale protezione è ottenuta con la quantizzazione; una seconda, ben più importante, con la codificazione la quale consente di impiegare amplificatori rigeneratori del segnale: a questo modo

si ottiene una ulteriore protezione contro il rumore perchè il rumore che si può tollerare in una sezione di amplificazione è teoricamente eguale al rumore totale ammesso nell'intero circuito. Accennato poi al principio del funzionamento dell'amplificatore rigeneratore e a due sistemi diversi di decodificazione si conclude indicando che il sistema di trasmissione in codice di impulsi modulati è possibile divenga il sistema universale di trasmissione non solo perchè è applicabile alle tre forme diverse di messaggi indicati nella prima parte, ma anche perchè applicabile a ciascuna parte della catena di circuiti che collegano il posto emittente al ricevente.

Al termine sia della prima, sia della seconda giornata si sono accese vivissime discussioni fra gli intervenuti e al termine l'oratore è stato vivamente applaudito.

## COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

### Relazione della Riunione del Comitato di Studio N. 3 della I.E.C. (Segni Grafici) Sottocomitato di Esperti

(Milano, 23-27 novembre 1959)

Gli Esperti del Comitato di Studio n. 3 della Commissione Elettrotecnica Internazionale si sono riuniti a Milano, presso la sede del CEI, dal 23 al 27 novembre 1959. Erano presenti sedici Delegati, appartenenti a nove paesi: Belgio, Francia, Germania, Italia, Olanda, Regno Unito, Svezia, Svizzera, USA. L'Italia era rappresentata dal prof. V. Mòdoni. Alla presidenza si sono alternati, oltre al francese M. Lange, Presidente del Comitato di Studio n. 3 della IEC, gli svizzeri M. Georgii e M. Tschumi.

La prima giornata è stata dedicata all'esame dei seguenti argomenti: centrali, sottostazioni e cabine; avviatori. Per ciò che concerne *centrali, sottostazioni e cabine*, essendo stato accertato che i segni attualmente figuranti negli elenchi della IEC (rettangolo e quadrato) vengono sempre più raramente impiegati nella prassi corrente dei diversi Paesi, si è venuti nella determinazione di adottare altri segni, maggiormente conformi agli usi invalsi: pertanto, sono stati proposti il quadrato, per le centrali (lasciando tuttavia in uso facoltativo il rettangolo), ed il cerchio, per le sottostazioni e le cabine; sono stati altresì definiti i segni che distinguono i diversi tipi di centrale, in relazione alla fonte primaria di energia ed al tipo dei motori primi. Per ciò che riguarda gli *avviatori*, non ostante contrario avviso francese, il segno proposto a Rapallo dalla Delegazione italiana è stato mantenuto e sono stati definiti i segni relativi ai diversi tipi di avviatore.

La seconda giornata è stata dedicata alla discussione dei segni grafici per elementi semiconduttori e per transistori. L'esame dei segni relativi agli *elementi semiconduttori* ha portato a discutere sui simboli di « variabilità » ed a definire il simbolo per la variabilità secondo una caratteristica non lineare; fra i numerosi segni che sono stati definiti, sono particolarmente degni di rilievo quelli rappresentanti la cellula fotoconduttrice e la cellula fotovoltaica, nei quali l'effetto fotoelettrico è rappresentato da tre piccole frecce inclinate di 45° e poste in alto a sinistra, sopra il segno corrispondente alla cellula. La discussione sui *transistori* è stata assai lunga e laboriosa, protraendosi anche nella terza giornata, e ad essa hanno partecipato in modo particolare i Delegati inglesi, svedesi, svizzeri e tedeschi: i segni prescelti al termine della discussione sono relativamente semplici e di facile interpretazione.

La terza giornata è stata dedicata essenzialmente all'esame dei segni per *l'equipaggiamento elettrico delle macchine utensili*. Si è trattato, in sostanza, di scegliere, fra i segni degli elenchi della IEC, quelli pertinenti all'equipaggiamento delle macchine utensili e di creare qualche segno derivato nuovo, tutto ciò temperando le esigenze europee e quelle americane. Degno di rilievo il fatto che su proposta francese, appoggiata dal Delegato italiano, è stato introdotto nell'elenco redatto il segno di trasduttore di grandezze non elettriche in grandezze elettriche (quadrato con diagonale da sinistra in basso, a destra in alto), non ostante l'opposizione di parecchi Delegati; il segno, già adottato a Madrid per i trasduttori di telemisura, si presta assai bene per la rappresen-

tazione dei trasduttori di grandezze di un tipo in grandezze di altro tipo, in generale.

La quarta giornata e la seduta del mattino della quinta giornata sono state dedicate alla discussione sui segni per *schemi architettureali*. Anche qui si è trattato di redigere un elenco di segni, adatti per gli usi degli installatori, scegliendo fra i segni ufficiali della IEC ed aggiungendo qualche segno nuovo. Le discussioni si sono protratte a lungo ed è prevalso il concetto di snellire al massimo l'elenco e di rendere quanto più semplici possibile i segni nuovi.

La seduta pomeridiana della quinta ed ultima giornata è stata dedicata ad uno scambio di vedute sull'attività futura. In particolare si è trattato dei segni grafici interessanti il campo dell'*energia nucleare*: era stato distribuito ai presenti il progetto italiano di segni grafici per impianti nucleotermoelettrici, accompagnato da una nota esplicativa. Il progetto è stato vivamente apprezzato ed è stato posto in rilievo il fatto che esso è uno dei pochi documenti esistenti in materia: peraltro, non ostante il contrario avviso del Delegato italiano, è stato giudicato prematuro occuparsi di tali segni, soprattutto perchè è discutibile se, in campo internazionale, i segni relativi ai reattori nucleari siano di competenza della IEC. È stato invece deciso di intraprendere al più presto i lavori sui segni per strumenti di misura e rivelatori di radiazioni.

Altri argomenti su cui verterà l'attività futura saranno: le modalità di apertura degli interruttori, la polarità degli avvolgimenti, i relè, i trasduttori di grandezze di un tipo in grandezze di altro tipo. La prossima riunione di Esperti avrà probabilmente luogo nel prossimo luglio, in occasione della riunione plenaria del Comitato di Studio n. 3.

V. Mòdoni

\*

### Relazione della Riunione del Sottocomitato 12-1 (Misure su Radio-ricevitori) del CT. 12 (Radiocomunicazioni) della IEC

Ulm, 2-10 ottobre 1959)

Nei giorni dal 2 al 10 ottobre 1959 si è riunito, ad Ulm, il Sottocomitato 1 (Misure su ricevitori) del Comitato Tecnico 12 (Radiocomunicazioni) della IEC, sotto la Presidenza di S. A. C. Pedersen (Danimarca).

Alla riunione hanno partecipato i Delegati del Belgio, Cecoslovacchia, Danimarca, Finlandia, Francia, Giappone, Germania Occ., Gran Bretagna, Italia, Norvegia, Olanda, Polonia, Svezia, Svizzera, Stati Uniti, ed Unione Sovietica. Il Comitato Elettrotecnico Italiano era rappresentato dai professori C. Egidi ed E. Paolini.

Le riunioni del Sottocomitato 12-1 sono state precedute da brevi riunioni dei due gruppi di lavoro: il n. 1 che ha il compito di trattare le misure di radiazione, ed il n. 2 che ha il compito di trattare le suscettibilità dei radiorecettori alle interferenze.

Il gruppo di lavoro, n. 1, sotto la Presidenza di Biggs (Gran Bretagna), ha sviluppato due aspetti delle misure di radiazione parassita: il primo è l'estensione della pubblicazione



106 al campo  $300 \div 1000$  MHz e l'altro è lo studio dei metodi all'interno di ambienti.

Nella prima direzione, servendosi del materiale esistente — fra cui un documento italiano ampiamente utilizzato — è stato possibile preparare un testo definitivo che circolerà sotto la regola dei sei mesi e sarà unito come prima appendice alla pubblicazione 106. Questa risulterà quindi, entro l'estate 1960, completata ufficialmente entro tutto il campo  $30 \div 1000$  MHz.

Frattanto è stato accertato che il metodo di misura sulla radiazione alla frequenza intermedia, sia pure limitatamente al campo VHF ed ai ricevitori MF, è già accettabile come norma internazionale e pertanto il testo corrispondente verrà pure fatto circolare con la regola dei sei mesi e sarà unito come seconda appendice alla pubblicazione 106. Questa risulterà pertanto — alla stessa data sopra indicata — completata anche sotto questo profilo.

Nella seconda direzione è stata esaminata a fondo la documentazione esistente; in particolare lo studio sperimentale effettuato dal Post Office inglese è apparso di notevole interesse. D'altra parte il seguito, ampiamente documentato, delle esperienze condotte in Francia utilizzando le correnti di massa, ha dato luogo ad alcune discussioni preliminari e si presume avrà ampi sviluppi. Si è concluso dunque che i metodi di prove al chiuso stanno progredendo rapidamente, pur essendo ancora lontani da una normalizzazione internazionale.

Il gruppo di lavoro n. 2, sotto la Presidenza di I. De Mare (Francia), ha discusso i risultati delle prove sperimentali di confronto tra suscettibilità alle interferenze dei radiorecettori per onde medie eseguite dalla PTT Svizzera su esemplari di varia costruzione europea.

Tali risultati si riferivano alle misure delle sensibilità dei ricevitori alla tensione parassita applicata tra i conduttori di rete e la terra, oppure al campo elettrico parassita captato per altra via che non sia l'antenna, oppure al campo magnetico parassita pure captato per altra via che non sia il quadro o la antenna interna a ferrite.

È stato poi presentato il documento relativo ai metodi di prova delle suscettibilità dei ricevitori da essere esaminato e discusso in sede di Sottocomitato 12-1.

Il Sottocomitato 12-1 ha iniziato la discussione della seconda bozza di Norme di prova, elaborata dal Segretariato, per le misure delle radiazioni dei radiorecettori AM, FM e TV nelle bande  $300 \div 1000$  MHz. Dopo aver apportato brevi modifiche è stata decisa la pubblicazione del documento dall'Ufficio Centrale per sottoporlo ai singoli Comitati Nazionali secondo la regola dei sei mesi.

Successivamente è stata esaminata e discussa la prima bozza del Segretariato riguardante le prove delle radiazioni a frequenza intermedia dei radiorecettori. Anche per questo documento è stata decisa la sua presentazione secondo la regola dei sei mesi.

È stata poi esaminata la seconda bozza di Norme sulla misura delle caratteristiche delle antenne riceventi fra 30 e 1000 MHz. Questo documento ha assunto ormai una forma definitiva che appare assai soddisfacente, per cui verrà anche esso fatto circolare sotto la regola dei sei mesi.

È stata inoltre prevista la pubblicazione di un documento aggiuntivo, nel quale verrà descritto un terzo metodo di misura basato sul principio di reciprocità, in aggiunta ai due già normalizzati nel documento di cui sopra.

È stata successivamente iniziata la discussione della prima bozza di Norme di prove della suscettibilità alle interferenze dei ricevitori per onde medie di trasmissioni modulate in ampiezza.

Poiché tale documento è giunto piuttosto tardi ed i Comitati Nazionali non hanno potuto esaminarlo sufficientemente, si è preferito rimandare la sua discussione ad un tempo futuro, dando delle chiare direttive al gruppo di lavoro che lo ha prodotto per le varianti da introdurre in una eventuale nuova redazione.

È stata poi discussa la prima bozza del progetto per la misura della suscettibilità di radiorecettori FM alle perturbazioni di forma impulsiva ed è stato deciso di compilare una seconda bozza tenendo conto delle indicazioni emerse dalla discussione.

Il Sottocomitato 12-1 ha ancora analizzato una per una le critiche ed i suggerimenti relativi alla progettata revisione della pubblicazione 69 (misure sui ricevitori modulati in ampiezza 1<sup>a</sup> edizione, 1954); l'insieme delle osservazioni nazionali e delle controproposte del Segretariato erano state previamente riunite in apposito documento. La Norma stessa,

sebbene richiesta da vari Comitati Nazionali, non verrà ristampata tale e quale, ma soltanto dopo terminata la revisione in oggetto.

Il Sottocomitato ha infine rammentato la necessità di rinforzare i legami già esistenti con le altre organizzazioni internazionali (CCIR, CISPR e CIRM) ed ha tracciato il programma del lavoro futuro, tenendo presente, tra l'altro, la richiesta del Comitato Nazionale Tedesco per una normalizzazione nel campo della stereofonia.

E. P.

\*

## Relazione della Riunione del Sottocomitato 40-4 della IEC (Connettori e Commutatori)

(Ulma, 7-9 ottobre 1959)

Dal 7 al 9 ottobre 1959 si è riunito ad Ulma, sotto la Presidenza del dr. ing. H. Mayr (Italia), il Sottocomitato 40-4 (Connettori e commutatori) del Comitato Tecnico 40 (Componenti per equipaggiamenti elettronici) della International Electrotechnical Commission (IEC).

Erano presenti 29 Delegati dei seguenti 15 paesi: Cecoslovacchia, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Italia, Jugoslavia, Paesi Bassi, Regno Unito, Stati Uniti d'America, Svezia, Svizzera, Ungheria, URSS.

Delegato italiano: G. B. Debiasi.

Le riunioni si sono svolte secondo il seguente ordine del giorno:

1) Verbale della riunione di Stoccolma, luglio 1958. È stato approvato senza commenti.

2) Documento 40-4 (Secretariat) 19: *Collaboration with Sub-Committee 40-1*.

Il Segretariato proponeva che i requisiti dei commutatori per potenziometri fossero indicati dal Sottocomitato 40-1 mantenendosi in contatto per tale argomento col Sottocomitato 40-4.

Tale proposta è stata accettata.

3) Documento 40-4 (C.O.) 12: *Draft recommendations for connectors for frequencies below 3 MHz*.

Per l'approvazione di questo documento erano stati formulati 12 voti favorevoli e nessuno sfavorevole. Il risultato della discussione delle osservazioni su tale documento, fatto circolare sotto la regola dei sei mesi, ha condotto alla decisione di farlo circolare nuovamente sotto la regola dei due mesi.

Si è deciso, tra l'altro, di includere il gruppo climatico 324 (articolo 1.2) e, su proposta italiana, di modificare l'articolo 6.6.3 « Effetto corona », sostituendo all'oscilloscopio, prima richiesto per la misura, un « dispositivo da indicarsi », aprendo così la strada all'adozione degli apparecchi CISPR conformemente al punto di vista italiano.

4) Documento 40-4 (Secretariat) 21: *Example of a relevant standard sheet for connectors for frequencies below 3 MHz*.

Il documento presenta un esempio di foglio particolare per connettori.

Esso è stato accettato.

5) Documenti 40-4 (Secretariat) 8 e 9: *Relevant specification sheets for connectors*.

Il Comitato Francese aveva chiesto di discutere alcuni particolari di tale documento; in seguito a successiva rinuncia a tale discussione, si è deciso per l'accettazione.

6) Documenti 40-4 (Secretariat) 18 e 20: *Proposal relating to international standard connectors for aerial, earth and reproducing and modulating circuits*.

Tali documenti riguardavano rispettivamente: il primo, la definizione delle generalità, dei tipi e delle dimensioni di tali connettori, il secondo la specificazione dei dettagli elettrici e meccanici di ciascun tipo.

Dopo alcune discussioni ed emendamenti si è deciso di fondere i due documenti in uno solo da far circolare sotto la regola dei sei mesi.

7) Il Segretariato del 40-4 aveva ricevuto una richiesta dal Comitato Tecnico 35 di preparare raccomandazioni per connettori per pile a secco. In seguito a ciò furono prese dal Segretariato del 40-4 alcune iniziative delle quali viene data notizia e che dovranno portare alla preparazione di un documento per tale tipo di connettori da sottoporre al Sottocomitato 40-4.

Il rapporto del Segretariato è stato accettato.

8) Documento 40-4 (C.O.) 11: *Draft recommendations*

for toggle switches (including two relevant specification sheets).

Per questo documento erano giunti al Segretariato 13 voti favorevoli e nessuno sfavorevole. Durante il corso della discussione dei commenti ricevuti, che ha condotto ad alcuni emendamenti, è stato illustrato, tra l'altro, il punto di vista italiano circa le prove di effetto corona e di rumori a radiofrequenza contenuto nel documento 40-4 (Italy) 2.

Secondo tale punto di vista, le prove in questione dovrebbero venire eseguite con le apparecchiature e, per quanto possibile, in conformità alle disposizioni stabilite dal CISPR. Il delegato francese ha appoggiato l'idea di ricorrere alle apparecchiature di misura CISPR. La decisione circa la proposta italiana è stata di far circolare il documento relativo fra i Comitati Nazionali per uno studio ulteriore lasciando in esame le prove ad essa connesse.

La decisione circa l'intero documento 40-4 (C.O.) 11 è stata di farne circolare gli emendamenti approvati sotto la regola dei due mesi.

9) Documento 40-4 (C.O.) 10: *Draft recommendations for rotary wafer switches (low current rating)*.

Per questo documento erano stati inviati al Segretariato 13 voti favorevoli e nessuno sfavorevole.

Durante la discussione sui commenti dei vari Comitati Nazionali si è deciso di accettare alcuni emendamenti, ed alla fine, si è stabilito di porre tali emendamenti sotto la regola dei due mesi. Anche a proposito di questo documento è stato sottolineato il punto di vista italiano nei confronti delle prove di rumore a radiofrequenza e di effetto corona.

10) Documento 40-4 (Secretariat) 22: *Second draft standard sheet for rotary wafer switches*.

A questo documento, concernente le specificazioni dimensionali e gli altri dati da indicarsi nei fogli particolari, si sono aggiunte due proposte formulate, in analoghi documenti, dal Regno Unito (40-4 (U.K.) 18) e dalla Germania (40-4 (Germany) 11).

Non essendo stato possibile studiare sufficientemente questi ultimi documenti, si è proposto di lasciare ancora in discussione il documento 40-4 (Secretariat) 22 e di far circolare fra i Comitati Nazionali i documenti inglese e tedesco per un loro studio più approfondito.

Dopo discussione delle varie osservazioni sul documento in oggetto, si è deciso che esso debba circolare sotto la regola dei sei mesi.

11) Le decisioni che sono state di volta in volta prese sui vari argomenti contengono indicazioni circa i lavori che restano da svolgere ed in conformità ad esse è stato steso il programma dei lavori futuri.

G. B. Debiassi

\*

## Relazione sulla Riunione del Comitato di Esperti del Comitato di studio N. 44 della I.E.C. (Equipaggiamenti elettrici delle macchine utensili)

(Parigi, 23-24-25 novembre 1959)

Presenti: Presidente M. Barbier (Svizzera); Segretario J. Buser (Svizzera); Steensels, Godfrain (Belgio); Chalançon, Langer (Francia); Caemmerer (Germania); Knowles (Inghilterra); Guerri (Italia); Pallez (ISO/T.C. 39).

Il sig. Barbier ha aperto la seduta e la discussione è iniziata sulla base del documento 44 (Secretariat) 2, sulla sua rielaborazione 44 (United Kingdom/Paris) che tiene già conto delle osservazioni di un certo numero di Comitati 44 nazionali, e sulle osservazioni di tutti i Comitati 44 nazionali.

Le conclusioni più notevoli risultate dalla discussione sono state:

— Definizione di macchina utensile data dalla ISO.  
— Tensione di alimentazione massima 500 V, con frequenze inferiori a 200 cicli.

— Introduzione delle definizioni stabilite dal Comitato Q (V.E.I. gruppo 15) per i termini d'uso corrente e l'aggiunta dei termini che durante la stesura delle Norme richiederanno una definizione.

— Protezione contro contatti accidentali ottenuta con chiusura mediante chiave della porta dell'armadio dell'apparecchiatura elettrica e vincolo della posizione del sezionatore generale con le porte.

— Protezione generale della macchina contro i corti circuiti non obbligatoria ma da accordarsi col Cliente.

— Protezione a gruppi di circuiti contro i corti circuiti quando la corrente a regime non oltrepassa i 25 A.

— Protezione di sovraccarico dei motori mediante relè termici, ed in caso d'impossibilità mediante elementi termici posti nell'avvolgimento del motore.

— Tensioni raccomandate per circuiti ausiliari:

92 V 50 Hz  
110 V 50 Hz  
220 V 50 Hz  
110 V 60 Hz  
24 V corrente continua  
48 V corrente continua  
110 V corrente continua

— Interruttore generale capace di interrompere la massima corrente di sovraccarico della macchina.

— Interruttore di emergenza, che nel caso di macchine semplici può confondersi con l'interruttore generale, dimensionato come l'interruttore generale.

— Isolamento cavi elettrici, ottenuto mediante isolanti resistenti ai liquidi refrigeranti ed agli oli, con spessore minimo di 0,8 mm.

— Colore dei conduttori di circuiti:

nero per il circuito principale;  
rosso per il circuito di comando in corrente alternata;  
blu per il circuito di comando in corrente continua;  
verde e giallo per il cavo di terra.

Il Presidente alla fine della riunione ha comunicato che, se lo riterrà opportuno, per completare i lavori in sospenso alla riunione di Parigi, indirà una riunione breve a Losanna.

In base alla riunione di Esperti il Segretariato rielaborerà una nuova edizione di progetto di Norme.

Il Delegato inglese ha proposto che la prossima riunione venga tenuta a Londra in occasione della Fiera Olympia dell'anno prossimo; la proposta è stata favorevolmente accolta.

C. Guerri

\*

## Riunione autunnale del 1959 della "Commission Internationale de réglementation en vue de l'approbation de l'équipement électrique". (CEE)

(Lugano, 5-15 ottobre 1959)

Dal 5 al 15 ottobre si è svolta a Lugano la sessione autunnale della CEE per il 1959 con la partecipazione di circa 150 tecnici dei 15 Paesi aderenti all'organizzazione.

Per il Comitato Nazionale Italiano hanno partecipato alle riunioni: i Vice Presidenti dr. Ferrario e prof. Volpi; il Presidente del Comitato 224, prof. Toniolo ed i colleghi: ingegneri Balossi, Borzone, Bruschi, sig. Coletti, ingegneri Cordone, Forzani, Marocchi, Paleari, Perrotti, Rava, sig. Reale, ingegneri Ricossa, Spreafico e Ventrella.

La riunione è stata organizzata dal Comitato Nazionale Svizzero della CEE ed in tale occasione si sono tenute le sedute dell'Assemblea Plenaria e dei Comitati Tecnici: « Connettori », « Prese di corrente ed interruttori », « Regole Generali », « Cavi » ed « Utensili portatili a motore ».

Durante tale periodo si è svolta una visita alla stazione televisiva ed al laboratorio di studio dei fulmini al Monte San Salvatore.

Comitato Tecnico 233: « Connettori ».

Nei giorni 5 e 6 ottobre si è tenuta la riunione del Comitato Tecnico « Connettori per usi domestici » il cui Segretario è affidato alla Germania.

Durante la seduta si prosegue l'esame del « Progetto di Norme per i conduttori per usi domestici e simili », documento D 114/59, dal paragrafo 13 (Resistenza all'umidità ed isolamento).

Una richiesta dell'Olanda di introdurre per tutti i connettori una prova di tenuta alla penetrazione di acqua in caso di traboccamento, non viene accettata sia perchè non interessa la generalità dei connettori, sia perchè tale esigenza è in stretta dipendenza dalla posizione dell'elemento a spinnotti sull'apparecchio: si decide pertanto di demandare l'esame al Comitato Tecnico Apparecchi di cottura. Si discute sull'opportunità di aumentare la tensione di prova per i connettori destinati agli apparecchi di classe II, ma si decide che, a parte le differenze tra i connettori di diversa portata, tutti devono essere provati allo stesso modo di guisa che possano in ogni caso essere impiegati anche per apparecchi di classe II.



Circa la resistenza al calore dei connettori per applicazioni calde, si stabilisce che la temperatura di 155 °C per gli apparecchi caldi vada presa con tolleranza  $\pm 2$  °C. Inoltre a seguito di discussione sulle temperature ammissibili per il punto di biforcazione, si decide di invitare il Comitato Tecnico « Apparecchi di cottura » a ridurre le sovratemperature massime ammesse.

Si stabilisce poi che per predisporre il circuito induttivo per le prove del funzionamento normale, si usino solo bobine in aria con resistenze in parallelo e non induttanze in ferro.

Si decide che le sovratemperature delle parti che portano corrente vengano provate sia ai contatti sia ai morsetti (salvo che nei tipi stampati nei quali i morsetti non sono accessibili). Si precisa inoltre che il materiale dei contatti debba essere l'ottone.

Si propone poi in via provvisoria, che lo sforzo di estrazione dei connettori generici sia compreso tra 8 e 25 N, tanto per il tipo 1 A quanto per il tipo 6 A; quando invece il connettore è provvisto di dispositivo di bloccaggio, basta che lo sforzo, a blocco eliminato, non sia superiore a 25 N.

Per le prove di verifica della resistenza meccanica del collare, si decide di sostituire al martello un apparecchio proposto dalla Norvegia, adottando un lavoro di percussione di 0,5 Nm.

Si decide poi, dopo discussione, che il contenuto di rame delle viti, delle connessioni e delle parti trasportanti corrente, deve essere almeno 50% per i pezzi lavorati ad estrusione e 58% per gli altri.

Per quanto riguarda la prova al dito incandescente, si decide di indicare in nota che la prova è allo studio; per quella alle correnti di superficie, si stabilisce di attendere la decisione del « Panel » che si occupa in sede IEC di questa stessa prova. Le conclusioni verranno portate direttamente all'Assemblea Plenaria: inoltre si propone che questa prova venga limitata ai tipi « caldi ».

Passando poi all'esame dei fogli di unificazione:

Al foglio I si decide di variare l'interasse degli spinotti portandolo al valore  $6,6 \pm 0,15$ . Il diametro degli spinotti viene portato a  $2,36 \pm 0,07$  ed in pari tempo vengono aumentate di circa 1 mm le dimensioni frontali del connettore.

Al foglio II si riducono alcune dimensioni per diminuire gli ingombri e si mette in evidenza che l'elemento ad alveoli è previsto solo per apparecchi di classe II.

Al foglio III si introducono le stesse tolleranze come per il foglio II; inoltre allo spinotto di terra si dà una sezione di  $6 \times 2$  mm.

Al foglio IV si specifica che l'elemento ad alveoli è solo per apparecchi di classe II.

Alla fine dell'esame viene fatto dal Presidente un giro di orizzonte per conoscere quale è la posizione dei vari Paesi nei confronti della nuova normalizzazione CEE. In via di massima risulta che i diversi Paesi sono disposti ad accettarla dopo un congruo periodo di transizione (1-2 anni) per eliminare i tipi esistenti e per fare opera di persuasione nel pubblico.

Alla fine il Presidente comunica che il Segretariato preparerà nel più breve tempo possibile una nuova bozza che sarà esaminata nella riunione primaverile del 1960.

*Comitato Tecnico 233: « Prese di corrente ed interruttori ».*

Nei giorni 7 ed 8 ottobre ha avuto luogo la riunione del Comitato Tecnico « Prese di corrente ed interruttori » il cui Segretariato è affidato al Belgio.

Viene iniziato l'esame del 2° Progetto di Specificazioni per gli interruttori per apparecchi, doc. CEE (223) B 111/59, nella nuova edizione che tiene conto delle decisioni prese alle Riunioni di Vienna e di Bruxelles.

Per quanto riguarda il campo di applicazione delle specificazioni, viene stabilito di demandare al Segretariato l'incarico di trovare una definizione idonea per gli interruttori « a comando manuale » in quanto l'attuale definizione non è applicata per diversi tipi di interruttori. Viene confermato che risultano compresi anche i termostati e così pure gli interruttori per i circuiti generali dei ricevitori radio-televisivi, per i quali si terrà conto anche delle specificazioni ora allo studio da parte della IEC.

Dopo breve discussione sui valori di corrente nominale da adottare, viene stabilita la seguente serie di valori preferenziali: 1 - 2 - 4 - 6 - 10 - 16 e 25 A.

Trattando della classificazione, tenuto conto dell'osservazione italiana sulla definizione di interruttore per uso normale (1 ciclo al giorno), si decide di suddividere gli interruttori in:

- interruttori per servizio frequente, quelli che vengono manovrati più di un migliaio di volte all'anno;
  - interruttori per servizio non frequente, gli altri.
- Viene poi meglio precisata la classificazione già caratterizzata dalle lettere A e B in base alla natura del circuito che gli interruttori sono destinati a controllare, e cioè:
- interruttori per resistenza e/o per motori;
  - interruttori per sole resistenze.

Per quanto riguarda la classificazione in base alle correnti di superficie, viene stabilito di introdurre i tipi protetti e non protetti a dette correnti, ma di non procedere alla marcatura. Viene infine stabilito di classificare gli interruttori in:

- interruttori a piccola distanza di apertura dei contatti;
- interruttori normali.

Circa la marcatura, viene stabilito di lasciare facoltà ai costruttori di marcare gli interruttori di Classe II, purché il simbolo relativo non risulti visibile dopo il montaggio dell'interruttore sull'apparecchio, dato che questo dovrà essere provvisto di propria marcatura. Per l'utilizzazione del simbolo F, che contraddistingue gli interruttori per servizio frequente, vengono sollevate difficoltà in quanto il medesimo simbolo è già stato introdotto nelle specificazioni per i piccoli interruttori automatici per certi tipi di interruttori francesi con compensazione termica. Viene infine deciso di mantenere il simbolo del grado di protezione contro l'umidità solo per gli interruttori da cordone; inoltre detto simbolo non deve essere visibile dopo il montaggio.

Sulle protezioni contro i contatti accidentali, vengono mosse obiezioni alla prescrizione secondo la quale se gli organi esterni di comando sono metallici, essi devono essere ricoperti di materiale isolante di resistenza meccanica appropriata; alla fine viene stabilito che l'isolante, anche se interno, deve essere della classe II. È infine accolta la proposta danese di fissare in 0,8 mm lo spessore minimo del materiale isolante per le protezioni previste in questo caso.

Passando alle disposizioni per la messa a terra, a seguito della richiesta italiana di prescrivere che i dispositivi di fissaggio devono poter essere messi a terra, viene dato incarico al Segretariato di chiarire in tal senso l'attuale prescrizione. È inoltre confermato che tutte le parti metalliche accessibili devono essere isolate in classe II.

Per quanto riguarda i morsetti per l'allacciamento dei conduttori, viene accolta la proposta francese di adottare i valori minimi delle sezioni riportate in tabella per i conduttori che devono poter essere collegati ai morsetti, purché non si tratti di allacciamento ai conduttori di linea. Il Segretariato inoltre s'incaricherà di definire gli interruttori provvisti di morsetti per collegamento alla rete. Viene poi ammessa la saldatura ai terminali per gli interruttori con corrente nominale non superiore a 16 A. Per la questione dei nuovi tipi di connessione elastica, viene deciso di attendere le disposizioni del Comitato per le Regole Generali.

Al paragrafo che tratta del meccanismo, viene accolta la proposta italiana di introdurre le definizioni di manovra indipendente e di manovra dipendente per la velocità di chiusura e di apertura dei contatti in relazione alla velocità dell'organo di manovra, e viene incaricato il Segretariato di stabilire il nuovo testo. Anche la seconda osservazione italiana a questo proposito, che chiede di stabilire che gli interruttori vengano costruiti in modo tale che non si producano archi permanenti quando essi sono usati come è previsto per l'uso normale, è accettata.

Una discussione si verifica per la determinazione del valore del fattore di potenza da adottare nella prova di capacità di rottura per gli interruttori per sole resistenze. Alla fine viene confermato il valore di 0,6 anche perché questi interruttori possono essere usati per il comando di reattori per lampade fluorescenti; si chiarisce infatti che la dizione « Interruttori per sole resistenze » va piuttosto intesa nel senso che questi interruttori sono per circuiti non comprendenti motori.

Al paragrafo che tratta del funzionamento normale, viene accolta la proposta italiana di ridurre la tensione per la prova di isolamento da eseguirsi dopo la prova di funzionamento non del valore fisso di 500 V, ma proporzionalmente ai valori originali della prova di isolamento.

Riguardo al riscaldamento delle parti conduttrici, viene posta opposizione, specialmente da parte del delegato olandese, alla proposta italiana di sostituire la misura del riscaldamento dei terminali con una misura di caduta di tensione, per la quale era stato anche proposto il limite di 50 mV. Alla fine viene stabilito di costituire un piccolo comitato com-



posto dai rappresentanti della Germania, della Francia e della Gran Bretagna per discutere questo problema.

Per la prossima riunione il Segretariato preparerà un nuovo Progetto che verrà nuovamente esaminato.

*Comitato Tecnico 031: «Regole Generali».*

Il 9 ed il 10 ottobre si è riunito il Comitato Tecnico «Regole Generali» il cui Segretariato è affidato alla Francia.

Dopo l'approvazione del verbale della riunione precedente di Baden-Baden, si inizia la discussione sul 2° Progetto di Raccomandazioni per i morsetti a vite, preparato da un Gruppo di lavoro appositamente costituito (Documento F 121/59). Si pone dapprima la questione se questo progetto deve dar luogo ad una vera pubblicazione sui morsetti a vite a cui le altre Pubblicazioni CEE dovranno far riferimento, oppure ad una semplice Raccomandazione ad uso dei soli Comitati Tecnici della CEE; il problema non viene risolto ma rimandato all'Assemblea Plenaria.

La proposta olandese di eliminare la possibilità che ai morsetti vengano collegati due conduttori per volta, non viene accettata.

Il 1° paragrafo della parte A (Regole Generali), viene maggiormente chiarito, dicendo che i morsetti, eccetto le viti e i dadi, dovranno essere di rame o di una lega contenente almeno 50% di rame o di altro metallo avente caratteristiche meccaniche e resistenza alla corrosione appropriate.

Si passa quindi ad esaminare la tabella che riporta per i vari morsetti previsti, il numero di riferimento e le sezioni dei conduttori flessibili rigidi che possono essere collegati; fra queste sezioni compaiono quelle unificate attualmente dalla CEE, quelle unificate dalle Norme francesi e quelle unificate dalle Norme inglesi. Dopo ampia discussione, si decide di lasciare nella tabella le sole sezioni CEE, eliminando dal primo morsetto la sezione di 0,5 mm<sup>2</sup>.

Si decide poi di ammettere che i morsetti possano servire per impedire la rotazione di altre parti e di ammettere esplicitamente per le viti dei morsetti oltre alla filettatura metrica anche la filettatura ISO.

Circa le coppie da applicarsi alle viti durante la prova di resistenza meccanica a seconda del loro diametro, si accetta di diminuire la differenza tra i valori minori e maggiori per avvicinarsi alle condizioni che si verificano in pratica. Si decide pure di applicare i valori di coppia, relativi alle viti annegate, anche alle viti normali che non ammettano l'uso di un cacciavite di diametro superiore al loro.

Circa le regole particolari per il morsetto di terra, si decide di aggiungere la prescrizione che tale morsetto debba essere al minimo quello designato col numero 4, ossia minima sezione del conduttore di 2,5 mm<sup>2</sup>. In più si prescrive che nel caso di involucro di alluminio dovranno essere prese precauzioni particolari per evitare la corrosione tra vite e involucro; non ci si accorda però su quali debbano essere tali precauzioni.

Si discute poi a lungo sul pericolo di allentamento delle viti con conseguente sfilamento del conduttore; si decide di aggiungere che precauzioni devono essere prese contro questo pericolo soprattutto per certi morsetti compresi nel 1° foglio di unificazione.

Si passa poi all'esame dei fogli di unificazione terminando la discussione solo per il primo di essi. Accertato che i disegni che compaiono nel progetto non esauriscono i vari tipi di morsetti che si possono realizzare, si decide di far comparire sul foglio di unificazione un disegno generale al solo scopo di spiegare le quote e di affidare alle prove l'accettazione dei vari tipi di morsetti. Non vengono accettate le proposte di aumentare i valori delle lunghezze della vite e del morsetto, ma ci si riserva di esaminare una tabella che la delegazione olandese si ripromette di inviare, con qualche modifica nelle quote.

Al termine della seduta il Segretariato informa che entro il termine dell'anno verrà fatto circolare un nuovo progetto sui morsetti a vite, che terrà conto oltre che delle decisioni già prese nel corso di questa riunione, anche delle osservazioni non esaminate, contenute nei documenti dei singoli Comitati Nazionali.

*Comitato Tecnico 10: «Cavi isolati».*

Dal 10 al 13 ottobre si è riunito il Comitato Tecnico «Cavi isolati», il cui Segretariato è affidato all'Olanda.

Vengono dapprima ripresi in considerazione gli emendamenti alla Pubblicazione CEE n. 2, concordati durante le riunioni di Bruxelles e di Lione (doc. NL 125/59). Viene lungamente ridiscussa la questione dei colori di identificazione

dei conduttori nei cavi flessibili e riconfermata la decisione che:

a) per il conduttore di terra si dovrà usare il bicolore verde-giallo e non altro colore, mentre

b) per i conduttori di fase ogni Nazione è libera di scegliere lo schema dei colori che preferisce (pertanto i conduttori di fase potranno essere anche tutti dello stesso colore, come proposto a Lione dalla Delegazione italiana), purché non vengano usati i colori verde, giallo, rosso, grigio e qualsiasi bicolore.

Si discute poi a lungo sulla questione se impiegare il bicolore verde-giallo esclusivamente per il conduttore di terra, ciò che comporta la necessità di avere due tipi di cavi tripolari e quadripolari (uno con conduttore verde-giallo e l'altro senza) oppure ammettere che esso venga usato anche per i conduttori di fase, nel qual caso si avrebbe un solo tipo di cavo. Dieci Paesi si sono pronunciati a favore di un tipo solo e quattro, tra cui l'Italia, a favore di due tipi di cavo. È stato allora deciso di aggiungere una nota al paragrafo 4 c nella quale si dirà che il conduttore verde-giallo per alcuni Paesi può essere usato esclusivamente come conduttore di terra e non come conduttore di fase.

Al paragrafo 10 viene accettata la proposta della Delegazione italiana che la misura dello spessore delle guaine anulari venga fatta in 6 punti della circonferenza anziché 5 punti.

Al paragrafo 11 b su proposta inglese si decide di ridurre da 14 mm a 12 mm il diametro nominale sulla guaina di cordoni e cavi flessibili sino al quale la misura del carico di rottura della gomma deve essere fatto sulla guaina completa. Oltre 12 mm la prova andrà fatta su provini tagliati nella guaina stessa.

Al paragrafo 19 g la Delegazione norvegese propone che quando la guaina metallica è ricoperta da una guaina di p.v.c. essa possa anche non essere a bordi giuntati bensì semplicemente accostati. Si decide che questa possibilità venga presa in considerazione e che pertanto vengano fatte proposte alla CEE da discutere in una delle prossime riunioni.

Al paragrafo 20 g, in conformità alle decisioni prese a Lione di abolire la guainetta nei cavi sottopiombo oltre 6 mm<sup>2</sup> senza conduttore di terra, viene accettata la proposta italiana di modificare la frase «la guainetta di gomma isolante deve essere ricoperta con tubo di piombo...» in «l'insieme deve essere ricoperto...». È inoltre accettata la proposta della delegazione tedesca di portare a 99,8% la percentuale minima di purezza del piombo definibile come «piombo puro commerciale». Ricordiamo che nella precedente riunione di Lione era stata stabilita una percentuale di 99,9%.

Si passa quindi alla discussione sulla sezione e composizione dei conduttori per i cavi per posa fissa. Viene esaminata la proposta presentata con documento CEE (10) - WG - 1/59 dal Gruppo di lavoro, cui ha fatto parte anche l'ing. Marocchi in rappresentanza del Comitato Italiano. Su richiesta del Presidente della CEE tutte le Delegazioni nazionali aderiscono al principio che una volta accettata una certa serie di sezioni, ogni Nazione è impegnata ad assumere tali sezioni nelle proprie Norme.

Al termine delle discussioni risultano accettati i seguenti principi informativi della proposta del Gruppo di lavoro:

— che le sezioni dei conduttori siano caratterizzate dalla indicazione della sezione nominale, del numero minimo di fili componenti e della resistenza elettrica massima a 20 °C;

— che i valori della resistività elettrica apparente da adottare siano quelli stessi già approvati dal Sottocomitato 18.1 della IEC, tenendo conto pertanto della differenza esistente tra resistenza di fili stagnati e non stagnati, conduttori a corda e a filo unico, cavi unipolari e multipolari.

Le sezioni nominali che vengono approvate sono le seguenti: 1, 1,5, 2,5, 4, 6 (7 fili), 10 (1 filo), 10 (7 fili), 16, 25, 35 (7 fili), 35 (19 fili), 50 (19 x 1,78), 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300 mm<sup>2</sup>, ed il numero dei fili elementari necessari per tutta la serie di conduttori è uguale a 13.

Viene infine deciso che ogni singolo Paese dovrà dichiarare ufficialmente, in risposta ad apposita circolare che la Segreteria della CEE diramerà quanto prima entro quale data è disposto ad iniziare l'impiego della nuova serie di sezioni.

Si passa quindi all'esame della proposta relativa ai cavi in gomma sottopiombo, di estendere le sezioni fino a 95 mm<sup>2</sup> per cavi bipolari e fino a 300 mm<sup>2</sup> per cavi tripolari e quadripolari. Alla fine è stato deciso che:



— per i cavi con armatura leggera di un nastro di acciaio la sezione massima resta 25 mm<sup>2</sup>;

— per i cavi sottopiombo nudo, per quelli jutati e per quelli sotto treccia di acciaio, la sezione massima dei cavi bipolari sia di 95 mm<sup>2</sup> come proposto, mentre per i tripolari e quadripolari sia di 120 mm<sup>2</sup>.

Vengono poi esaminate varie proposte di emendamento alla Pubblicazione CEE n. 13 per quanto riguarda le prove sul p.v.c. Circa la prova di termoplasticità sull'isolante, si discute a lungo sull'impiego del plastometro secondo la proposta italiana contenuta nei documenti I 105/58 B ed I 113/58. Alla fine viene deciso di introdurre questo metodo nelle Norme CEE in via provvisoria e per i soli cavi per posa fissa. Si richiede al Comitato Italiano di presentare una proposta definitiva di variante del testo dell'attuale Pubblicazione n. 13, che descriva il metodo e fissi i valori di deformazione ammissibile.

Resta inteso che per i cavi flessibili si dovrà continuare ad applicare il metodo attuale descritto nella Pubblicazione n. 13 in attesa di ridiscutere l'argomento alla prossima riunione quando verrà pure esaminata una proposta del Comitato Norvegese sulla stessa questione.

L'esame delle numerose proposte di emendamento alla Pubblicazione CEE n. 13 viene qui interrotto per dedicare le ultime ore di riunione ad alcune considerazioni sul comportamento delle gomme isolanti GRS durante le prove di invecchiamento.

La Delegazione olandese propone che vengano stabiliti valori e metodo di prova applicabili egualmente tanto alle mescole di sola gomma naturale quanto a quelle di sola gomma sintetica o a mescolanze delle due. I valori di prova dovrebbero consentire di eliminare mescole di scadente qualità tanto di un tipo quanto di un altro e sono i seguenti:

Massimo decadimento ammissibile:

Dopo 10 giorni in stufa a 70 °C:

Carico di rottura . . . . .	25 %
Allungamento a rottura . . . . .	35 %

Dopo 4 giorni in bomba ad ossigeno a 70 °C:

Carico di rottura . . . . .	25 %
Allungamento a rottura . . . . .	35 %

Tutti i Comitati Nazionali sono invitati a eseguire esaurienti prove per accertare se tali valori sono accettabili agli effetti sopra esposti.

Comitato Tecnico 313: « Utensili portatili a motore ».

Il 13 e il 14 ottobre si è riunito il Comitato Tecnico « Utensili portatili a motore » il cui Segretariato è tenuto dalla Norvegia.

All'inizio della seduta il Presidente prof. Poppe, richiama il lavoro svolto nella precedente riunione a Lione e informa che si continuerà la discussione della seconda parte del Progetto di Specificazioni per gli « Utensili portatili a motore », cominciando dai cacciaviti.

Dopo aver apportato alcune modifiche al verbale della seduta precedente, si passa all'esame del capitolo sui cacciaviti e, dopo lunga discussione e chiarimenti forniti dalla Delegazione tedesca, viene accettata la formula da questa proposta per la determinazione del momento. Si rivela la necessità che le Delegazioni tedesca e danese facciano prove supplementari per verificare l'applicabilità della formula nel caso di motori universali alimentati in corrente continua. Si decide inoltre di marcare con M i cacciaviti previsti per sole viti di metallo e si prescrive che gli stessi debbano avere la frizione; per i piccoli cacciaviti (fino a 50 W e fino a 250 V) si decide di permettere l'impiego dell'interruttore a cordone.

Si passa poi al capitolo sulle smerigliatrici e politrici ed anche per questo viene discussa la formula del momento che compare nel progetto; questa viene tenuta valida per gli utensili con mola fino a 50 mm di diametro, mentre per gli altri il coefficiente viene portato a 2,5. Si decide di ammettere più velocità per i tipi con mole fino a 50 mm. Al paragrafo 11 b viene stabilito che la velocità a vuoto di questi utensili non deve superare di più del 10% la velocità nominale.

Per quanto riguarda le levigatrici per lavorazioni ad umido si precisa che in alcuni Paesi viene prescritta l'alimentazione a tensione ridotta oppure a non più di 110 V con trasformatore di isolamento. Si propone di separare le politrici dalle smerigliatrici e di considerarle in un nuovo capitolo insieme alle levigatrici a disco flessibile. Per questo nuovo capitolo non si raggiunge un accordo circa la formula del momento,

in quanto quella proposta dalla NEMA per le levigatrici dà valori troppo elevati per le politrici; si decide allora di ritornare sull'argomento all'Assemblea Plenaria.

Il capitolo successivo viene limitato alle seghe circolari per legno e per quanto riguarda la potenza assorbita viene accettata la formula  $P = k s \sqrt{n}$ , dove  $s$  è lo spessore massimo di taglio ed  $n$  il numero di giri nominali. Il coefficiente  $k$  è 0,25 nel caso di motori serie e 0,35 nel caso di motori a induzione. Si prescrive inoltre che l'interruttore di sgancio automatico non abbia possibilità di bloccaggio. Per le seghe alternative si preparerà un capitolo a parte. La Delegazione svizzera diramerà un documento per illustrare l'apparecchio dalla stessa proposto per la prova di fatica di questi utensili.

Si passa quindi al capitolo sui martelli. Circa la prova di fatica viene accettata per tutti i martelli la prova intermitte proposta dalla Delegazione inglese. Dopo breve discussione sulla prova di apertura e di chiusura dell'interruttore con motore a rotore bloccato, si stabilisce che gli apparecchi per sola corrente alternata vengano provati in corrente alternata e tutti gli altri vengano provati anche in corrente continua.

Essendo terminato così l'esame della seconda parte del progetto, si riprende la discussione di alcuni punti della prima parte. A seguito di una osservazione della Delegazione svedese al paragrafo 11, relativa al fatto che non si danno limiti per la deviazione negativa della potenza assorbita a carico normale rispetto a quella nominale, nella impossibilità di stabilire delle percentuali di deviazione, viene proposto per i trapani il seguente metodo:

— si trova la coppia corrispondente al carico nominale; successivamente si esegue la prova di riscaldamento o con il valore così ottenuto (ridotto nel rapporto di 8/15 o 12/15 a seconda dei casi) oppure con quello dato dalla formula del carico normale, scegliendo il maggiore dei due valori.

Per tutti gli altri utensili viene accettato il criterio analogo.

A questo punto la Delegazione olandese dà lettura di un documento in base al quale risulta che l'Ispettorato del Lavoro nella sua Nazione ammette per gli utensili portatili soltanto i seguenti tipi: di classe III (ossia a tensione ridotta inferiore a 42 V), di classe II, oppure di classe I ma solo fino a 110 V e con trasformatore di isolamento, o infine con il motore separato dall'utensile collegato da un albero flessibile isolato.

Questa comunicazione suscita notevole reazione soprattutto da parte della Delegazione tedesca, la quale lamenta che il lavoro della CEE di portata internazionale venga frustrato dal fatto che gli Ispettorati del Lavoro delle singole Nazioni impongono prescrizioni diverse. Auspica pertanto che vengano promosse delle riunioni fra le varie Nazioni onde raggiungere un'intesa e di ciò dovrebbero farsi parte diligente i vari delegati della CEE.

A seguito di ciò le varie Delegazioni espongono brevemente lo stato delle prescrizioni antinfortunistiche nei singoli Paesi. In conclusione il Presidente comunica che la presente specificazione verrà inviata al BIT, ma rileva che soprattutto occorre che i delegati si tengano in contatto con gli Ispettorati dei propri Paesi.

A proposito di classi di isolamento, dietro viva insistenza della Delegazione olandese, viene inserita la seguente nota: « In alcuni Paesi gli utensili portatili di classe I non sono ammessi ».

Infine vengono discusse contemporaneamente la proposta ungherese e quella inglese per la prova a flessione del cavo all'entrata dell'utensile. La Delegazione italiana si oppone all'accettazione tanto dell'una quanto dell'altra proposta e a tale tesi aderiscono le Delegazioni tedesca, austriaca e francese. Favorevoli alla modifica del testo sono invece le Delegazioni inglese, ungherese, polacca, svedese e olandese. Viene così deciso di introdurre la prova (a titolo provvisorio e salvo nuova discussione all'Assemblea Plenaria) proposta dalla Delegazione ungherese, adottando per il carico un peso pari a quello dell'utensile con un minimo di 2 kg e un massimo di 6 kg.

Terminata così la discussione sul progetto di Norme « Utensili portatili », il Presidente comunica che il prossimo lavoro della Commissione consisterà nella revisione della Pubblicazione n. 10 (Specificazioni per apparecchi elettrici a motore per uso domestico e analogo), per la quale i Comitati Nazionali sono invitati fin d'ora a inviare delle proposte.

La nuova bozza di Specificazioni per gli utensili portatili, parte I e II, verrà distribuita entro l'anno e sarà discussa nel corso dell'Assemblea Plenaria a Budapest nel maggio del 1960.



« *Assemblea Plenaria* ».

Il 15 ottobre si è riunita l'Assemblea Plenaria sotto la presidenza del prof. van Staveren.

L'approvazione del verbale della riunione precedente di Lione, viene fatta con riserva per la parte tecnica, in quanto questa parte non è pervenuta in tempo utile per poterla esaminare.

Il Segretariato fa sapere che la ristampa delle Pubblicazioni CEE n. 2, 7, 9, 11, 14, decisa in quella riunione, è quasi terminata; a questo proposito si precisa che le ristampe delle Pubblicazioni devono essere identiche alle originali anche circa la data di emissione.

Si passa quindi ad esaminare brevemente il progetto 23 (Bureau Central) 20 sulla « Spécification pour les cartouches pour coupe-circuit miniatures », che la IEC ha inviato alla CEE per riceverne eventuali osservazioni di ordine generale e riguardanti la sicurezza. Non essendoci l'accordo su alcuna delle osservazioni che vengono fatte, si decide di lasciare alle singole Nazioni di difendere i propri punti di vista direttamente in sede IEC. Si passa quindi all'esame di un altro progetto della IEC, che è in corso di approvazione sotto la regola dei sei mesi, e precisamente di una proposta riguardante i calibri per la verifica della sicurezza di contatto e della protezione contro contatti accidentali per le lampade ad incandescenza con attacco E 27 ed E 40. È presente alla discussione il Presidente del Sottocomitato 34 B della IEC, che ha preparato questo progetto. La Delegazione svedese che ha presentato sull'argomento un documento, non è d'accordo soprattutto perchè i calibri previsti non garantiscono, per tutti i casi, la protezione contro contatti accidentali durante l'inserzione. Dopo lunga discussione si decide di informare la IEC che la CEE è d'accordo in linea di massima con il progetto succitato, ma prega di tenere presenti, in fase di stesura definitiva, le obiezioni della Delegazione svedese che si potrebbero soddisfare con qualche piccola modifica dimensionale.

A questo punto si esaminano le risposte dei vari Paesi aderenti alla CEE, circa l'epoca dell'introduzione del conduttore di terra unificato, ossia colorato in verde-giallo, per i cavetti flessibili; appare che tutti i Paesi potranno introdurre l'uso di questo conduttore in uno o due anni, o in modo obbligatorio oppure in alternativa al colore già in uso.

La Delegazione italiana insiste sul proprio punto di vista di permettere l'uso del conduttore verde-giallo solo per la messa a terra e non come conduttore di fase nel caso di apparecchiature che non richiedano la messa a terra. Le Delegazioni tedesca ed austriaca chiedono di poter ripensare su quest'ultimo argomento, che appare molto importante e che forse non è stato sufficientemente discusso. Infatti benchè attualmente nel maggior numero di Paesi è permesso l'uso del conduttore destinato alla messa a terra, come conduttore di fase, sembra che una notevole percentuale di incidenti sia dovuta alla errata connessione del conduttore di messa a terra.

Si decide perciò di ritornare sull'argomento alla prossima riunione; nel frattempo la Segreteria farà circolare un memorandum con la descrizione dei vantaggi e svantaggi che presentano le due soluzioni, di permettere o di proibire l'uso del conduttore di terra per altri scopi.

Vengono in seguito fissate le date delle prossime riunioni della CEE che avverranno a Budapest nel maggio del 1960 e in Gran Bretagna nel settembre del 1960; nella sessione primaverile si riuniranno i seguenti Comitati Tecnici: Tubi protettivi, Connettori, Prese a spina, Regole Generali ed infine si avrà l'Assemblea Plenaria.

Prima della chiusura dei lavori si prendono in esame i primi paragrafi del progetto di Statuto e di Regole di Procedura, ma la discussione viene interrotta e rimandata alla prossima riunione.

✱

## Progetti UNEL in inchiesta pubblica

La UNEL ha pubblicato per l'inchiesta pubblica il seguente progetto di unificazione:

UNEL Pr 1084 - *Culla di sostegno del pattino di presa corrente per filobus.*

Il termine per la presentazione delle osservazioni è stato stabilito al 15 maggio 1960.

Il fascicolo può essere ottenuto gratuitamente facendone richiesta all'UNEL (Milano, via Donizetti 30).

## NECROLOGI

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha perduto recentemente due Alti Funzionari del Ramo Tecnico, entrambi soci della Sezione AEI di Roma: il Capo Servizio di 1<sup>a</sup> Classe

**dr. ing. VINCENZO BIFULCO**

mancato improvvisamente il 30 maggio 1959 e l'Ispettore Capo Superiore

**dr. ing. GIACOMO MUSSO**

deceduto dopo lunga malattia il 30 agosto 1959.

Il dr. ing. Vincenzo Bifulco, nato a Roma il 6 gennaio 1897, si era laureato in Ingegneria Industriale Elettrotecnica nell'anno 1920 presso la Scuola di Ingegneria dell'Università di Napoli.



Nello stesso anno 1920 entrò nell'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, nella quale aveva raggiunto il più elevato grado della gerarchia ferroviaria, iniziando la sua attività nella costruzione dell'impianto idroelettrico del Sagittario (Sulmona) e passando, successivamente, agli Uffici Elettificazione di Milano e di Napoli e, poi, all'Ufficio Impianti Elettrici e di Segnalamento di Roma, fino ad assumere la Dirigenza dell'Ufficio Impianti Elettrici e di Segnalamento di Bari.

Nell'anno 1944 venne distaccato all'Azienda Telefonica di Stato e ne divenne Direttore ricoprendo tale carica durante tre anni.

Nell'anno 1948 rientrò nell'Amministrazione Ferroviaria e venne assegnato al Servizio Personale e Affari Generali con l'incarico di Capo della Segreteria Tecnica del Direttore Generale e successivamente divenne Segretario del Consiglio di Amministrazione.

Era Consigliere di Amministrazione della « Larderello » Società per lo sfruttamento delle forze endogene e del Consorzio Elettrico del Buthier.

L'ing. Bifulco era socio della Associazione Elettrotecnica Italiana dall'anno 1921, prima nella Sezione di Napoli, poi in quella di Milano, successivamente di nuovo in quella di Napoli ed, infine, dal 1946 nella Sezione di Roma, nella quale ultima Sezione ha ricoperto la carica di Consigliere durante i due trienni 1950-1952 e 1956-1958.

✱

Il dr. ing. Giacomo Musso, nato a Milano il 21 dicembre 1901, si era laureato Ingegnere Elettrotecnico nell'anno 1924 presso la Scuola di Ingegneria dell'Università di Roma.

Entrato il 1<sup>o</sup> giugno 1926 nell'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, passò i primi due anni presso l'Ufficio Elettificazione di Torino e, successivamente, un breve periodo presso l'Istituto Sperimentale di Roma addetto al Laboratorio di Elettrotecnica, dopo di che venne assegnato all'Ufficio 7<sup>o</sup> del Servizio Lavori e Costruzioni dove fece parte di quel gruppo di ingegneri che, sotto la guida di due valenti maestri, l'ing. Umberto Ballanti prima e l'ing. Enea Virgili poi, hanno dato inizio e poi hanno sviluppato l'elettificazione ferroviaria con il sistema italiano a corrente continua a 3,4 kV.



Nello stesso Servizio ed in ultimo nel Servizio Impianti Elettrici l'ing. Musso percorse rapidamente la carriera ferroviaria fino a conseguire, nel 1953, il grado di Ispettore Capo Superiore, sempre nella specializzazione della trazione elettrica e dedicando le sue migliori doti di capacità e di intelligenza agli studi ed alla realizzazione degli impianti.

Tra questi meritano di essere particolarmente ricordate le due grandi sotto centrali per la conversione elastica della frequenza, interamente studiate dall'ing. Musso, di Riccione (42÷45 Hz) e di Civitavecchia (45÷50 Hz) che avrebbero dovuto servire a risolvere il problema della connessione della rete primaria delle Ferrovie dello Stato con le reti delle Società private quando ancora non si pensava, almeno nella forma di una concreta realizzazione, ai provvedimenti per la unificazione delle frequenze.

Numerosissime sono, però, nel campo della trazione elettrica ferroviaria, le realizzazioni alle quali l'ing. Musso ha dato il suo principale contributo, quali le sottostazioni di rifasamento con motori sincroni, gli impianti di telemisure dell'energia, gli impianti di telecomando dei sezionatori delle condutture di contatto, le telecomunicazioni ad onde convogliate sulle condutture primarie ad alta frequenza, ecc.

È suo particolare merito di precursore l'aver studiato e realizzato la prima Carrozza Misure Elettriche delle Ferrovie dello Stato, attrezzata con oscillografi, apparecchi di precisione e apparecchi normali.



Ma l'ing. Musso si è anche dedicato con successo alla risoluzione di importanti problemi attinenti all'esercizio degli impianti di trazione elettrica a corrente continua ad alta tensione e, particolarmente a quelli della sicurezza di funzionamento e dei disturbi.

Così, egli ha realizzato un tipo di *valvola fusibile multipla* a grande capacità di interruzione che ha trovato ed ha tuttora applicazione nelle sottostazioni di conversione e sui locomotori a corrente continua.

Inoltre, per assicurare il funzionamento delle comunicazioni telefoniche ferroviarie nella coesistenza delle linee di telecomunicazione con quelle della trazione elettrica a corrente continua alimentate dai convertitori a vapore di mercurio, l'ing. Musso ha realizzato un tipo di *filtro aperiodico* per l'assorbimento delle armoniche udibili generate dai convertitori, che ha sostituito efficacemente i tipi a risonanza precedentemente adottati e che oggi è esclusivamente impiegato nelle sottostazioni di conversione a corrente continua a 3,4 kV delle Ferrovie dello Stato.

Un altro importante dispositivo l'ing. Musso aveva allo studio per assicurare sempre meglio lo scatto selettivo degli interruttori extrarapidi degli alimentatori delle condutture di contatto a corrente continua a 3,4 kV nel caso di corto circuiti. La messa a punto di questo dispositivo rimane ora affidata agli affezionati giovani collaboratori dell'ing. Musso.

In rappresentanza delle Ferrovie dello Stato l'ing. Musso ha collaborato attivamente agli studi della Sottocommissione delle Telecomunicazioni della Union Internationale des Chemins de Fer - UIC - ed ha fatto parte attiva di vari Sottocomitati del CBI nei quali il suo intervento era sempre atteso e la sua parola era ascoltata ed apprezzata.

Inoltre quando nell'anno 1943 si è costituita presso le Ferrovie dello Stato la Commissione per lo studio delle correnti

vaganti dovuta alla iniziativa del senatore prof. Basilio Focaccia, l'ing. Musso ne è stato, fin dall'inizio, il solerte e valente Segretario e notevole è stato il suo contributo nella compilazione di quelle Norme che hanno certamente costituito il primo tentativo di regolamentazione in un campo di così largo interesse, tanto che lo stesso ing. Musso ha poi continuato a prestare la sua apprezzata opera di specialista in questo campo anche in seno alla Commissione delle Corrosioni istituita presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Numerose sono le relazioni e le memorie pubblicate dall'ing. Musso durante il corso della sua attività professionale e riguardanti tutte particolari problemi e nuove realizzazioni attinenti alla trazione elettrica. La maggior parte di esse è comparsa nei Rendiconti delle Riunioni Annuali dell'AEI ed altre su riviste scientifiche e tecniche quali « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », « Ingegneria Ferroviaria », « Bollettino della Società Italiana per il Progresso delle Scienze ».

L'ing. Musso era socio della Sezione AEI di Roma dall'anno 1924.

## ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

### SEZIONE DI BOLOGNA (Viale Risorgimento, 20).

27 febbraio 1960 - ore 18,30 — Conferenza del prof. ing. Alfredo VALLINI, sul tema: « Echi della Riunione Annuale di Venezia sul tema: " Energia Nucleare " ».

### SEZIONE DI FIRENZE (Via Valfonda, 9).

16 febbraio 1960 - ore 21 — Al Circolo Selt-Valdarno proiezione dei seguenti films: Reattori di potenza USA - Reattori di ricerca USA - Ricerche nel campo della fusione nucleare controllata.

### SEZIONE DI GENOVA (Piazza Fontane Marose, 6).

26 febbraio 1960 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Antonio CINERO, sul tema: « Comportamento dinamico dei trasformatori in condizioni di corto circuito a tensione nominale ».

### SEZIONE DI MILANO (Via S. Tomaso, 3).

12 febbraio 1960 - ore 21 — Conferenza del prof. dr. ing. Francesco CARASSA, sul tema: « Sintesi di comunicazione a grande distanza con microonde irradiate o guidate ».

17 febbraio 1960 - ore 21,15 — Il prof. ing. Ercole BOTTANI ha commemorato il dr. ing. Luigi Emanuelli.

26 febbraio 1960 - ore 21 — Nel salone del Dopolavoro della Azienda Elettrica Municipale proiezione dei seguenti documentari: Linea a 400 kV in Finlandia - Tecnica dell'avvenire - Automazione in Italia - L'anno geofisico internazionale.

### SEZIONE DI NAPOLI (Via Mezzocannone, 16).

26 febbraio 1960 - ore 18,15 — Conferenza del dr. ing. Umberto LEVEQUE, sul tema: « Nuovi aspetti della commutazione telefonica automatica ed il sistema crossbar ».

### SEZIONE DI ROMA (Via Giolitti, 34).

11 febbraio 1960 - ore 18,30 — Prima parte della conferenza del dr. ing. Luigi NICCOLAI, sul tema: « La trasmissione in codice di impulsi modulati in ampiezza ».

25 febbraio 1960 - ore 18,30 — Conferenza del dr. ing. Enrico FERRARI LEUZZI, sul tema: « Il generatore di vapore Benson ».

### SEZIONE DI TORINO (Via Giolitti, 1).

12 febbraio 1960 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Gianfranco FRANCO, sul tema: « Descrizione e scopo del Centro di Ispra ». La conferenza è stata illustrata da proiezioni.

20 febbraio 1960 - ore 18,30 — Conferenza del prof. Ettore CALCAGNO, sul tema: « la Diga di Kariba ». La conferenza è stata illustrata da proiezioni.

### SEZIONE DI TRIESTE (Via Annunziata, 7).

18 febbraio 1960 - ore 19 — Inaugurazione dell'anno culturale 1960 con la conferenza del prof. dr. ing. Carlo JACHINO, sul tema: « Moderni sistemi di segnalamento ferroviario ».

24 febbraio 1960 - ore 18,30 in prima convocazione e ore 19 in seconda convocazione — Assemblea ordinaria dei soci.

# PARTE SECONDA

## DOCUMENTAZIONE

### SOMMARIO

#### SUNTI E SOMMARI

Apparecchi e dispositivi di manovra, di regolazione, di protezione, ecc. — Applicazioni termiche — Applicazioni varie — Condutture — Convertitori, raddrizzatori ecc. — Costruzioni elettromeccaniche — Elettrochimica ed elettrometallurgia — Elettrofisica e magnetofisica — Elettrotecnica generale — Fisica, chimica e matematica — Illuminazione e fotometria — Impianti — Macchine a collettore — Materiali — Misure — Motori e generatori a induzione — Motori primi — Radiotecnica — Telefonia, telegrafia e televisione — Trasformatori — Trasmissione e distribuzione — Trazione e propulsione — Varie.

Pag. 33 D

#### SUNTI E SOMMARI

##### APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, DI REGOLAZIONE, DI PROTEZIONE, ECC.

H. Kirst — **Le possibilità di applicazione del circuito di regolazione equivalente elettronico.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 287 a 288, con 1 fig.). 3 f

Crescenti esigenze obbligano ad adottare dispositivi di regolazione sempre più ampi; poichè la trattazione analitica diventa sempre più complessa, si va estendendo l'impiego di dispositivi analogici per la soluzione dei diversi problemi connessi. Tali dispositivi, di solito elettronici, sono adatti alla soluzione diretta o indiretta di equazioni differenziali; essi sono costituiti da una quantità di elementi per determinate operazioni di calcolo: la soluzione si ricava in brevissimo tempo in forma di curva. Se la connessione risulta direttamente dall'equazione differenziale, si tratta allora di analizzatori differenziali (DA). Se invece la connessione avviene in modo che ogni parte di un impianto viene riprodotta con corrispondenti elementi elettrotecnici, allora si parla di un modello elettronico o circuito di regolazione equivalente (MRK). Poichè i due tipi, MRK e DA, non differiscono in modo essenziale, è possibile riunirli nello stesso apparecchio, quale è il tipo UNIMAR, descritto dall'A. Esso è dotato di 40 amplificatori a corrente continua, che adempiono a varie funzioni. Vengono elencate le varie applicazioni del dispositivo descritto usato, tra l'altro, per effettuare ricerche sulla regolazione di turbine, macchine per carta, reattori atomici, caldaie, motori per laminatoio ecc. Tt.

Panzner — **Applicazione di apparecchi elettrici per comandi a distanza e regolazioni nella grande industria chimica.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 288 a 290, con 2 fig.). 3 f

L'A. dà uno sguardo ai progetti e alle esigenze della grande industria chimica nella Germania Orientale, specialmente delle officine Buna per la gomma sintetica, nel campo della regolazione e dei comandi a distanza. In accordo con le esigenze delle moderne lavorazioni, si tende oggi ovunque a introdurre sempre più l'automazione. L'A. esamina innanzi tutto quali siano i compiti da assolvere nella realizzazione dei comandi a distanza; tali compiti vengono così riassunti: aggiustamento di valvole, misurazioni, inserzione di motori, prelievamento di provini della produzione e sorveglianza generale sull'andamento delle lavorazioni. A questo riguardo nello stabilimento Buna è stato messo in funzione un impianto pilota. Un successivo passo nel terreno dell'automazione è costituito dalla liberazione del personale da molte azioni manuali, che richiedono un concatenamento di pensiero: cioè si deve realizzare una connessione automatica tra le misure e l'azionamento dei relativi organi di comando. A questo proposito si possono distinguere due problemi fondamentali: la utilizzazione dei risultati di misura deve fornire una pura decisione alternativa oppure la grandezza di comando deve essere aggiustata in dipendenza del risultato di misura. Il primo caso è per sua natura numerico (o digi-

ta) e perciò il problema può essere quasi sempre risolto con elementi di inserzione e disinserzione. Invece nel secondo caso è necessario adottare una calcolatrice analogica. Tt.

##### APPLICAZIONI TERMICHE

K. Dommenz — **Il riscaldamento induttivo nell'industria chimica.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 296 a 298, con 6 fig.). 5 g

L'A. ricorda il principio del riscaldamento induttivo; i relativi apparecchi sono più spesso di forma cilindrica; alla parete è applicata una bobina isolata, resistente al calore, di alluminio o rame. Tale disposizione può essere paragonata a quella di un trasformatore, di cui la bobina costituisce il primario, mentre la parete del recipiente cilindrico è il secondario con un'unica spira in corto circuito. Se poi il cilindro è in ferro, suscettibile di magnetizzazione, allora esso esercita anche la funzione del nucleo di un trasformatore. Se la bobina è percorsa da una corrente alternata, si forma un forte campo magnetico alternato, che attraversa anche il recipiente e determina in esso la formazione di corrente, che viene poi convertita in calore. La corrente e il campo sono massimi nella parete del recipiente e vanno diminuendo verso l'interno secondo una curva esponenziale. L'A. esamina quali sono i materiali più adatti per la costruzione dell'apparecchio descritto e illustra il dispositivo per la regolazione di temperatura. Vengono poi mostrate alcune realizzazioni pratiche e vengono elencati i principali vantaggi di questo sistema di riscaldamento, come la possibilità di elevato carico termico superficiale, la grande sicurezza di esercizio, l'eliminazione del pericolo di sovrariscaldamento

#### SERVIZIO DOCUMENTAZIONE

L'A.E.I. è in grado di fornire ai propri Associati per gli articoli pubblicati su alcune centinaia delle più importanti riviste italiane ed estere:

- *fotocopie nero su bianco*: a pagina . . . L. 250
- *microfilm (24×36)*: per fotogramma (minimo 5 fotogrammi) . . . . . L. 70
- *traduzioni* (prezzi da convenirsi).

Le traduzioni vengono consegnate entro tre mesi. Precisare se si desiderano le traduzioni entro termini più ristretti.

Ai prezzi come sopra calcolati, vanno aggiunti per spese di ricerca delle pubblicazioni e di segreteria, L. 500 per ogni articolo, più le spese postali di raccomandazione e le tasse.

Le richieste di fotoreproduzioni, microfilm o traduzioni, devono indicare chiaramente e per esteso: il nome della pubblicazione, la data di edizione (se si tratta di rivista), il nome dell'autore, il titolo e, se possibile, il numero della pagina d'inizio.



locale, il vasto campo di regolazione e la grande precisione di questo, l'elevato rendimento, la grande uniformità del prodotto ottenuto. I trattamenti termici più favorevoli con questo metodo devono essere compresi fra 200 e 500 °C. *Tt.*

**E. Tripmacher — Moderni processi industriali di essiccazione in alta frequenza e loro limiti rispetto al processo a raggi infrarossi.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 319 a 320). 5 g

Dopo la diffusione dell'impiego delle microonde nel Radar, si è cercato di realizzare anche l'impiego industriale di tali radiazioni ad altissima frequenza, che obbediscono già alle leggi dei raggi luminosi. Questo fatto ha indotto a cercare di stabilire un limite tra il processo di riscaldamento in altissima frequenza e quello a raggi infrarossi. Il vantaggio principale derivante dai trattamenti in alta frequenza consiste nel fatto che il calore viene generato nello stesso oggetto da essiccare. Molte sostanze, specialmente quelle costituite da composti organici, hanno una struttura molecolare con carattere dipolare, di guisa che le stesse, poste in un campo elettrico ad alta frequenza, sono soggette a rotazioni e oscillazioni e per l'attrito molecolare, che ne deriva, si ha produzione di calore. Ciò è particolarmente apprezzabile nell'acqua, di guisa che essa può essere eliminata per processo di essiccamento. Esso è però costoso ed è giustificata la sua adozione solo quando si debba procedere ad una fine regolazione del calore prodotto, il che è particolarmente consentito da questo metodo. Si ha inoltre un riscaldamento assai rapido nonché un apporto di calore molto uniforme. Per l'essiccamento di certi spessori stratiformi è da preferire il metodo in alta frequenza a quello con raggi infrarossi; questo ultimo ha carattere superficiale, mentre il primo avviene uniformemente in tutta la massa dell'oggetto. *Tt.*

**W. Jubitz — Il riscaldamento infrarosso - un mezzo molteplice per l'acceleramento e il miglioramento della produzione.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 316 a 318). 5 h

Per la produzione di radiazioni infrarosse, si usano speciali lampade ad incandescenza, che, mentre emettono poca luce, irradiano una notevole quantità di energia calorifica a bassa temperatura e perciò non visibile, oppure si può ricorrere a corpi ceramici o metallici riscaldati elettricamente o a gas, aventi forma piana o tubolare, che, per la relativamente bassa temperatura della loro superficie, emettono radiazioni oscure, le quali possono poi venire concentrate in determinate direzioni per mezzo di riflettori metallici. Il riscaldamento di oggetti con queste radiazioni presenta particolari vantaggi, tra i quali meritano menzione l'acceleramento del riscaldamento dell'oggetto stesso, nonché l'indurimento, l'arrostimento e la polimerizzazione. In molti casi si ha anche un miglioramento della qualità della produzione, come si verifica nel processo di essiccamento della verniciatura di automobili effettuato con questo mezzo. L'A. dà per l'appunto una descrizione di diversi impieghi dei raggi infrarossi nell'industria, come cottura di biscotti, affumicazione di pesci, miglioramento dell'operazione di prosciugamento della carta nelle continue, aumento della capacità di essiccamento di impianti già esistenti nell'industria tessile nonché nell'industria ceramica e in altri casi. *Tt.*

## APPLICAZIONI VARIE

**W. Bruske — Impianti elettrostatici industriali.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 318 a 319). 6 c

L'A. espone la teoria del campo elettrostatico e passa in rassegna i diversi impieghi, che se ne possono fare nell'industria dell'alimentazione, tessile e delle calzature, dei cartoni, automobilistica e dell'aviazione, nelle fonderie, negli impianti per la depurazione dell'atmosfera, nella verniciatura a spruzzo, nella vetrificazione, nella produzione di carta smeriglio; da ultimo viene illustrato un processo di stampa a secco, in cui un foglio di carta, convenientemente preparato, viene caricato elettrostaticamente in una camera oscura ed è così conformato che può mantenere la carica per un certo tempo. Se poi tale carta viene esposta alla luce in una macchina fotografica, essa perde la carica nei punti, in cui è colpita dai fotoni; se quindi si fa piovere sulla carta una polvere scura di resina, questa si poggia nei punti, che ancora conservano la carica. Quando poi si riscaldi tale carta così esposta in apposito forno, così che la resina fonda, si ottiene la figura dell'oggetto che si voleva riprodurre. *Tt.*

**J. De Felice - L. Puiseux — Le applicazioni elettrodomestiche in Francia.** (O.Z.E., settembre 1959, pag. 448 a 462, con 4 fig.). 6 d

Con 20 anni di ritardo, rispetto agli Stati Uniti d'America, le applicazioni elettrodomestiche in Francia hanno ora raggiunto un notevolissimo sviluppo. Nel 1950 il consumo per utente era in media di 260 kWh all'anno; nel 1958 esso è salito a 459 kWh. Il consumo totale in tale anno è stato di oltre 6 miliardi di kWh per gli elettrodomestici; il consumo più elevato è dato dagli scaldacqua. Oltre il 20% delle abitazioni dispone di aspiratore, il 20% circa di lavatrice e il 19% di frigorifero. Rapido è stato l'incremento delle cucine elettriche per i vantaggi igienici da esse offerti. La costruzione di elettrodomestici ha assunto ora in Francia un'importanza ragguardevole e rappresenta una notevole percentuale dell'industria elettrotecnica francese: nel 1957 in questo settore gli acquisti hanno raggiunto la cifra di 280 miliardi di f.f. Tutto questo sviluppo è stato favorito dall'E.d.F., che provvede a coordinare l'attività dei produttori e dei rivenditori con la fornitura di energia elettrica per usi domestici. In molti casi viene adottato il sistema di vendite a rate. L'E.d.F. ha inoltre portato quasi ovunque la tensione di distribuzione per gli elettrodomestici a 220-380 V e ha concesso facilitazioni agli utenti per il trapasso dalle precedenti tensioni di 125-220 V a quelle della nuova distribuzione. *Tt.*

**W. Gilchrist — Le applicazioni elettrodomestiche in Inghilterra e nel Galles.** (O.Z.E., settembre 1959, pag. 463 a 476, con 5 fig.). 6 d

Nel 1920 si avevano in Inghilterra e nel Galles complessivamente un milione circa di utenti per applicazioni elettrodomestiche con un consumo di 294 milioni di kWh annui. Nel 1938 gli utenti erano saliti a 8 milioni e il consumo ammontava a 4,8 miliardi di kWh. Come esempio tipico di elettrodomestici, usati nei Paesi considerati, vengono citati, una speciale coperta con resistenza, distesa sotto un tappeto, atta a realizzare il riscaldamento del pavimento, nonché un tipo di lampada con elementi di riscaldamento a raggi infrarossi. L'A. illustra inoltre le modalità eseguite per acquistare gli apparecchi elettrodomestici e le modalità di cessione in acquisto a rate o in locazione. Attualmente, mentre sono in aumento i consumi per illuminazione, cucina e preparazione dell'acqua calda, si nota una tendenza decrescente nelle applicazioni per riscaldamento di locali. *Tt.*

**A. Montagna — Alcune note sull'elettrificazione delle abitazioni in Italia.** (O.Z.E., settembre 1959, pag. 477 a 484, con 3 fig.). 6 d

Verso la fine del 1956, già il 93% delle abitazioni in Italia era alimentato con energia elettrica. Dal 1950 al '56 il consumo totale di energia è aumentato del 70% e quella delle applicazioni elettrodomestiche del 90%. Di tutto il consumo delle abitazioni private il 34% spetta all'illuminazione, il 21% al riscaldamento per usi di cucina, il 19% per scaldacqua. Su 100 utenti, nell'Italia settentrionale 12 dispongono di cucina elettrica; invece nell'Italia centrale e meridionale essi si riducono a 4,9 e nelle isole a 1,1. L'impiego dei frigoriferi si è esteso specialmente nelle città. L'A. descrive alcuni piccoli apparecchi elettrodomestici, utilizzati specialmente in Italia, come spazzole elettriche, macchine per caffè espresso e piccoli scaldacqua ad accumulo di forma sferica. Vengono aggiunti alcuni dati relativi alla produzione annuale di tali apparecchi. *Tt.*

**F. Ringwald — L'elettrificazione delle abitazioni in Svizzera.** (O.Z.E., settembre 1959, pag. 485 a 489, con 4 fig.). 6 d

Durante l'ultima guerra hanno avuto notevole impulso in Svizzera le applicazioni elettrodomestiche, a cagione della deficienza di combustibili. Anche negli anni successivi l'incremento in questo settore si è mantenuto, a cagione del continuo aumento della popolazione e delle costruzioni edilizie. Così il consumo di energia elettrica per gli elettrodomestici è salito da 143 kWh per abitante, negli anni prima della guerra, a 715 kWh nel 1957. Dal 1952 al 1957 il consumo per usi di cucina è salito da 1,68 a 2,38 miliardi di kWh, per frigoriferi da 76 a 145 milioni di kWh. Gli oltre 5 milioni di abitanti della Svizzera disponevano nel 1957 di 725.000 cucine elettriche, di 670.000 scaldacqua, di 264.000 frigoriferi. I servizi di consultazione, istituiti dalle diverse aziende elettriche, contribuiscono efficacemente alla diffusione dell'elettrificazione delle abitazioni. I nuovi utenti nei comuni di mon-



tagna devono sopportare solo il 17% delle spese d'allacciamento, le imprese elettriche se ne assumono il 60% e il resto è a carico del Cantone. *Tt.*

**W. Strahinger — L'elettricità nelle abitazioni della Germania Occidentale.** (O.Z.E., settembre 1959, pag. 490 a 498, con 10 fig.). *6 d*

Dopo la seconda guerra mondiale il consumo di energia elettrica per uso domestico ha subito un notevole incremento nella Germania Occidentale; dal 1947 al 1958 il consumo per tale uso è salito da 2,7 a 9,3 miliardi di kWh. L'A. descrive tutta una serie di nuovi apparecchi elettrodomestici, realizzati in Germania in questi ultimi anni. Vengono inoltre indicati i metodi escogitati per favorire le vendite in questo settore. Le imprese elettriche e gli installatori si uniscono in associazioni; l'impresa elettrica si occupa della pubblicità e l'installatore della vendita degli apparecchi, di solito con sistema rateale. Le imprese elettriche hanno istituito anche uffici di consulenza, ove vengono date informazioni ed effettuate dimostrazioni pratiche circa l'uso degli apparecchi. Inoltre l'associazione, che riunisce le diverse imprese elettriche, ha istituito un Centro di informazioni HEA (Centrale di Informazione per le applicazioni elettrodomestiche). *Tt.*

**H. Grimm — L'elettrificazione delle abitazioni in Austria.** (O.Z.E., settembre 1959, pag. 499 a 507, con 5 fig.). *6 d*

Dal 1954 il consumo di energia elettrica per le applicazioni elettrodomestiche ha avuto in Austria uno sviluppo più rapido di quello per usi industriali. Il consumo di energia per le abitazioni elettrificate è in media di 700 kWh all'anno per utente. Il consumo si ripartisce così: 35% per le cucine, 20% per gli scaldacqua, 16% per l'illuminazione e il 9% per il riscaldamento. Apparecchi elettrodomestici particolarmente diffusi in Austria sono: stufe ad accumulo per energia notturna, stufe a radiatori per energia diurna e scaldacqua ad accumulo. Il notevole incremento nel consumo di energia elettrica per applicazioni elettrodomestiche è stato favorito da campagne di propaganda per la diffusione e il noleggio degli elettrodomestici, organizzate dalle imprese elettriche in unione con gli installatori. Un servizio di consulenza è sempre a disposizione del pubblico per dare suggerimenti circa la scelta e l'acquisto di elettrodomestici. *Tt.*

## CONDUTTURE

**P. Grand — Costruzione di linee aeree e sotterranee.** (A.S.E., 10 ottobre 1959, pag. 1045 a 1047). *9 a*

Viene rilevata la necessità di un coordinamento nei lavori di posa di canalizzazioni sotterranee nelle città e viene poi considerato l'ingresso del modo di costruzione dei cavi sulla loro suscettibilità alla corrosione. È questo un elemento assai importante, poiché il passaggio di correnti vaganti provoca notevoli disturbi ai cavi, là dove sono ancora in esercizio reti tranviarie. Si deve però notare che il continuo diffondersi delle filovie ha fatto diminuire notevolmente questo pericolo. Vengono poi considerate le reti di distribuzione a bassa tensione, per le quali si va sempre più estendendo l'uso di cavi, e ciò specialmente per ragioni estetiche; Si vanno sempre più eliminando le cassette di sezionamento sotterranee, inserite nei cavi, sostituite ora da armadi di distribuzione, posti al di fuori e muniti di fusibili o sezionatori. Viene poi accennato alle linee aeree a bassa tensione, comprese fra 1 e 60 kV. Si comincia a costruire linee di questo tipo con conduttori in Aldrey con portate di oltre 100 m: i conduttori laterali sono leggermente sopraelevati rispetto a quello centrale, il che riesce vantaggioso in terreni in pendio. Appare che una linea con conduttori in Aldrey da 95 mm<sup>2</sup> di sezione per 10 kV riesce più vantaggiosa di una linea ordinaria, quando le campate siano superiori ai 100 m. Si nota che continua l'interessamento delle imprese elettriche per i pali in legno, per il loro costo e per la loro facilità di installazione e per la possibilità offerta di venire adattati alle esigenze della linea. *Tt.*

## CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

**E. Nitsche - F. Pokorny — I raddrizzatori al silicio nella tecnica della conversione di corrente.** (E.T.Z. (A), 1° agosto 1959, pag. 506 a 512, con 11 fig.). *10 f*

Sono oggi disponibili, dopo molti tentativi ed esperimenti, raddrizzatori al silicio con forte potere di sbarramento, i

quali hanno acquistato notevole importanza per la produzione di corrente continua in impianti industriali. Con l'inserimento in serie di parecchi elementi, si possono oggi realizzare unità con varie gradazioni di potenza. L'elemento unitario da 50 kW rappresenta oggi il limite che può essere raggiunto convenientemente in questo settore. Con il collegamento in serie o in parallelo di tali unità si possono realizzare impianti raddrizzatori di qualsiasi potenza e tensione sino alle maggiori potenze. Il raddrizzatore al silicio si presta in particolar modo a questo scopo per il suo elevato rendimento, per il minimo ingombro e per la sua semplicità di costruzione. Inoltre esso garantisce una elevata sicurezza di funzionamento. *Tt.*

**J. Balkow — Impiego di raddrizzatori di potenza in dispositivi di carica.** (E.T.Z. (A), 1° agosto 1959, pag. 512 a 514, con 6 fig.). *10 f*

I progressi nello sviluppo dei raddrizzatori al selenio ha portato a nuovi processi di carica, avuto riguardo alle intensità di corrente-limite nonché alle tensioni-limite, per grossi dispositivi di carica. Si tratta di nuovi schemi per limitazione di corrente in circuiti singoli con impiego anche di amplificatori magnetici. L'A. illustra il funzionamento degli schemi considerati ed esamina il loro influsso sulla durata di carica. Il costo dei dispositivi di carica è in stretta relazione con la durata di carica. *Tt.*

## COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE

**A. Hentsch — Ricerche su termobimetalli speciali.** (Elektrotechnik (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 309 a 312 con 5 fig.). *11 f*

Come è noto, i bimetalli sono costituiti dall'accoppiamento rigido di due metalli con coefficiente di dilatazione termica diverso; a cagione di ciò, per variazione di temperatura si ha un incurvamento della coppia, utilizzato o per la misura di temperature o per l'azionamento di un meccanismo di inserzione o disinserzione. L'A. esamina i diversi metodi per stabilire l'incurvamento, che si può ottenere per effetto di variazione della temperatura. In particolare egli si sofferma sull'equazione di Timoschenko, che consente di calcolare valori di incurvamento, che poco differiscono da quelli rilevati sperimentalmente. Essa consente di ottenere maggior chiarezza di conoscenze sul comportamento dei bimetalli e di evitare pertanto lunghe e laboriose ricerche sperimentali. Nell'impiego poi dei bimetalli per l'azionamento di dispositivi elettrici, si presentano due problemi sostanzialmente diversi; in un caso la coppia deve essere portata a funzionare dalla temperatura dell'ambiente, in cui essa è posta, mentre nell'altro essa viene riscaldata dal passaggio di una corrente elettrica; si deve avere allora, a seconda dei casi, diverso comportamento della coppia nei riguardi della resistenza elettrica. La resistività delle leghe di Fe-Ni, che di solito vengono impiegate per tali coppie, è dell'ordine di 0,8 Ω mm<sup>2</sup>/m: con la connessione in parallelo di un conduttore elettrico, come rame o argento, è allora possibile variare la resistenza della coppia entro ampi limiti. Si può anche unire rigidamente il conduttore alla coppia, così da ottenere un vero e proprio termotrimetall. Su questo genere di accoppiamenti si ha finora una scarsa letteratura e l'A. pertanto si diffonde sull'argomento, analizzando il comportamento di diversi tipi di trimetalli. Viene anche mostrato come, per evitare un'ossidazione delle superfici dei metalli uniti, convenga ricorrere tra essi ad una vera e propria saldatura. *Tt.*

**J. R. Crittenden — Radiazione nucleare e apparecchiatura elettronica.** (Elec. Eng., ottobre 1959, pag. 898 a 901, con 8 fig.). *11 f*

La radiazione nucleare produce degradazione dei materiali per vari fenomeni. Le radiazioni ionizzanti, le particelle cariche e i raggi gamma producono nei materiali organici alterazioni chimiche e aumento della conduttività elettrica. I neutroni accelerati dislocano gli atomi e questi a loro volta provocano alterazioni e ionizzazioni; i neutroni lenti possono venire catturati e dar luogo a isotopi che possono essere instabili ecc. Per illustrare i dannosi effetti delle radiazioni sulle apparecchiature elettroniche l'A. considera il caso di un amplificatore audio comprendente un condensatore, un resistore e un tubo a vuoto. Sono noti vari tipi di tubi a vuoto che sono insensibili alle radiazioni. Il condensatore è il punto più delicato. Vengono riportati in proposito le curve



caratteristiche di due condensatori del commercio aventi dielettrico costituito da mylar o da teflon: si manifestano, sotto l'azione delle radiazioni, forti variazioni nella resistenza di isolamento e piccole o nulle variazioni nella capacità. Nei resistori rappresentati da strati sottili si verificano alterazioni superficiali che si traducono in aumento della resistenza mentre quelli ad avvolgimento di fili non subiscono alterazioni sensibili. La conclusione dell'analisi condotta dall'A. è che la radiazione può produrre due effetti sulle apparecchiature elettroniche: funzionamento irregolare degli amplificatori o messa fuori servizio per cedimento completo di qualche elemento costituente. Praticamente bisogna ricorrere a compromessi nella costruzione di tale apparecchiatura per mantenere il costo in termini ammissibili pur scegliendo materiali che meglio resistono alle azioni delle radiazioni. L'A. riporta qualche dato di confronto a questo riguardo. Nel caso di dosi di radiazione elevata soltanto materiali inorganici possono dare risultato soddisfacente per la durata delle apparecchiature. Viene presentato lo schema di un amplificatore progettato per resistere ad alte dosi di radiazione con una vita di 1000 ore o più. N.

O. P. Breaux — **Generazione elettrostatica di potenza per propulsione spaziale.** (Elec. Eng., novembre 1959, pag. 1102 a 1105, con 2 fig.). 11 g

L'A. ritiene che in condizioni di mancanza di peso e in presenza di vuoto un generatore elettrostatico può avere un rapporto potenza/peso migliore di quello di un generatore elettromagnetico di eguale potenza. L'energia elettrostatica dipende dal quadrato del valore del campo elettrico; nell'atmosfera normale il gradiente non può superare 30 kV/cm ma questo valore può essere molto superato in atmosfera di idrogeno sotto pressione e l'A. ricorda i generatori elettrostatici di questo tipo a cilindro ruotante costruiti in Francia: attualmente arrivano a 3 kW ma si prevede di poter arrivare a 6 e anche 10 kW. Per quanto riguarda le applicazioni spaziali, viene considerato un dispositivo costituito da un condensatore al quale è applicata la tensione di linea, ruotante e costituito in modo che la capacità varia periodicamente. Come dielettrico può essere utilizzato lo spazio vuoto; l'apparecchio può riuscire molto leggero e di elevato rendimento perchè non dà luogo a perdite dielettriche, di isteresi, di ventilazione ecc.; si è sperimentalmente raggiunto un rendimento di 99% a pieno carico. Il generatore elettrostatico può generare direttamente corrente continua ad alta tensione. Il massimo gradiente tollerabile nel vuoto sembra essere di  $10^6$  V/cm. La tensione varia fortemente col variare del carico e quindi occorre un adatto sistema di regolazione. L'A. espone la teoria fondamentale di un tale generatore. Calcolazioni di gran massima per una unità da 1000 kW portano a prevedere i seguenti dati: 40000:60 giri/sec, tensione continua dopo raddrizzamento dell'onda completa 100 kV, numero di piastre ruotanti, distanziate di 0,2 cm, 337, peso unitario 7 kW/kg. Gli studi indicano che le condizioni più favorevoli si hanno per forti velocità di rotazione e alte tensioni. È stato proposto un tipo di 7000 kW a 500 kV, 50 pale ruotanti e 16 poli, a 4000 giri/min; la macchina avrebbe un diametro di circa 1,80 m e una lunghezza di 3 m. N.

## ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA

D. L. Douglass — **Pile a combustione.** (Elec. Eng., settembre 1959, pag. 906 a 910, con 8 fig.). 13 c

L'A. richiama nozioni fondamentali di termodinamica per mettere in evidenza i vantaggi presentati, in linea teorica, dalla conversione diretta di energia termica in energia elettrica. Praticamente si sono trovati due combustibili attivi elettrochimicamente e sono l'idrogeno e l'ossido di carbonio. Salvo una sola eccezione tutte le pile a combustibile finora studiate si basano sulla produzione di elettricità nella reazione fra combustibile e ossidante in forma gassosa, direttamente alla superficie dei rispettivi elettrodi. La costruzione di elettrodi di lunga durata e per elevata densità di corrente è il problema più serio per lo sviluppo delle pile a combustione. L'A. espone considerazioni circa gli elettrodi a diffusione di gas e cita altri esempi di pile che usano sali fusi come elettroliti e le pile Redox a circuito complesso. In queste vi è una sostanza intermedia in soluzione acquosa che viene ridotta dal combustibile e viene poi fatta circolare

sopra un elettrodo inerte (anodo) dove viene di nuovo ossidata cedendo elettroni all'elettrodo; analogamente un'altra sostanza ossidante viene ossidata dall'ossigeno e fatta circolare su un catodo inerte dove viene ridotta. Queste pile Redox usano alcune carbone, altre ossido di carbonio; hanno basso rendimento e piccola forza elettromotrice. Le cellule redox risolvono il problema degli elettrodi, permettendo di usare soddisfacentemente elettrodi di grafite o di nichel con elevate densità di corrente ma presentano difficoltà di altro genere. Gli sviluppi recenti delle pile a combustione seguono due vie. Una direttiva è volta verso pile a idrogeno-ossigeno a bassa temperatura (25 a 250 °C) con elettrodi a diffusione di gas; usando idrogeno e ossigeno in pressione a  $4 \div 5$  kg/cm<sup>2</sup>, si possono ottenere densità di circa 70 A/dm<sup>2</sup> e 40 W/dm<sup>2</sup> con tensione di circa 0,6 V. Un'altra direttiva è verso pile ad alta temperatura che usano combustibili contenenti ossido di carbonio, oppure si basano sull'uso di carbonati fusi e di elettrodi a diffusione di gas: si sono ottenuti risultati incoraggianti. L'A. riporta alcuni dati sui tipi più moderni di pile a combustione. N.

## ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA

K. Müller - W. Merl — **Ricerche su alcune leghe di metalli nobili impiegate nella tecnica dei semiconduttori.** (E.T.Z. (A), 1° agosto 1959, pag. 515 a 518, con 6 fig.). 14 i

Negli apparecchi realizzati con semiconduttori, occorre anche usare una gran quantità di metalli puri e di leghe di essi; in tale gruppo rientrano anche le leghe di oro e argento con elementi dei gruppi III e V del sistema periodico di Mendelejeff. Gli AA. si propongono pertanto di illustrare alcune caratteristiche fisiche e meccaniche di tali serie di leghe. Vengono descritte le prove eseguite per rilevare tali caratteristiche e vengono poi esposti i risultati delle prove stesse. Viene in particolare riferito sulla resistenza specifica, la durezza, la resistenza alla trazione e sulla possibilità di lavorazione di diverse leghe di oro e d'argento, tenuto conto delle condizioni di solubilità. Tt.

O. Jakits — **Misura del comportamento termico di diodi con semiconduttori.** (E.T.Z. (A), 1° agosto 1959, pag. 518 a 520, con 3 fig.). 14 i

I raddrizzatori, basati sull'impiego di semiconduttori, vengono ora costruiti per elevate intensità di corrente sino ad alcune centinaia di ampere per elemento; la loro caricabilità è solo limitata dal fatto che tali materiali, come il germanio o il silicio, diminuiscono la loro facoltà di sbarramento alle temperature, che si verificano in funzionamento, e quindi riducono il loro potere di raddrizzamento: perciò il loro comportamento termico è di capitale importanza per l'esercizio. Il carico-limite, che può essere raggiunto, è pertanto strettamente connesso col massimo riscaldamento ammesso nella zona del passaggio  $p_n$ , a cagione della perdita che ne deriva. Il loro comportamento, in casi di esercizio non stazionario, dipende strettamente dalle tre questioni: 1) limite superiore di temperatura del passaggio  $p_n$ ; 2) entità dell'intervallo tra temperatura di esercizio e temperatura-limite; 3) rapidità dell'aumento di temperatura, per il passaggio  $p_n$ , delle condizioni di esercizio alla temperatura limite. Per rispondere alle prime due questioni, l'A. esamina a fondo il lavoro fondamentale sull'argomento dovuto a Herlet e Hoffmann. La terza questione racchiude il problema dell'inerzia calorifica di un raddrizzatore a semiconduttori. L'A. discute i risultati di misure sinora note; viene poi accennato agli elementi teorici per il calcolo delle costanti termiche. Tt.

E. Gelder — **Schemi spezzati con transistori.** (E.T.Z. (A), 1° agosto 1959, pag. 520 a 522, con 4 fig.). 14 i

Per poter trasformare una corrente continua, bisogna prima convertirla in alternata, cioè la prima deve venire spezzata; un tempo si ricorreva per questo scopo esclusivamente a dispositivi meccanici, come vibratori e convertitori rotanti, ma poichè questi apparecchi si logorano molto durante l'esercizio, si è fatto ricorso ai transistori, impiegati come interruttori elettronici. L'A. illustra diversi schemi atti a raggiungere il predetto scopo. Viene indicato anche il modo di calcolare la potenza d'uscita raggiungibile. Tt.



## ELETTROTECNICA GENERALE

B. Kern — **La riflessione delle onde d'urto negli avvolgimenti delle macchine.** (E.U.M., 1° settembre 1959, pag. 415 a 418, con 4 fig.). 15 b

Come è noto, una tensione di urto di altezza  $U_0$  che, attraverso un conduttore di resistenza  $Z_0$ , arriva agli avvolgimenti di una macchina di resistenza  $Z_1$ , viene rotta e riflessa ai morsetti di ingresso. Nell'avvolgimento arriva un'onda  $U_1$  e nel conduttore ritorna indietro un'onda riflessa  $U_0'$ . Per queste due onde si ha la relazione:

$$U_1 = U_0 \frac{2 Z_1}{Z_0 + Z_1} = U_0 \cdot b; \quad U_0' = U_0 \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = U_0 \cdot r$$

in cui  $b$  ed  $r$  rappresentano rispettivamente il fattore di rottura e di riflessione. Per dare una visione generale dell'effetto delle riflessioni, vengono calcolate le onde parziali che hanno luogo per rottura e riflessione in un avvolgimento ideale di una macchina, quando esso viene colpito da un'onda rettangolare. Vengono inoltre trattati casi particolari ed il calcolo viene esteso anche ad altre forme di onda diverse dalla rettangolare. A.C.

A. Vondenbusch — **Contributo al calcolo di schemi ad impulso con due accumulatori d'energia.** (E.T.Z. (A), 11 settembre 1959, pag. 617 a 622, con 6 fig.). 15 b

Per prove con tensione ad impulso è necessario usare uno schema per il generatore d'impulso tale che questo abbia a fornire una tensione, per una data durata del fronte, con tempo di ritorno uguale alla metà: sono già noti diversi processi di calcolo, ma in generale essi sono di validità limitata o piuttosto complicati. L'A. descrive pertanto un processo, che consente semplificazioni nel calcolo e grande chiarezza di esecuzione. Puramente matematici risultano invece, come grandezze caratteristiche, gli elementi di schema o le radici dell'equazione originaria dello schema d'impulso da essi dipendenti. Tra questi due gruppi di caratteristiche sussiste una equazione matematica, che però non è sempre suscettibile di soluzione, ma può essere determinata graficamente o per approssimazione. L'A. accenna poi, per gli schemi con due accumulatori di energia, ad un processo particolarmente adatto, basato su di una normalizzazione di tutti i valori di tempo, atto perciò ad essere applicato in qualsiasi intervallo. I risultati di questo processo sono illustrati con diverse figure. Tt.

F. Heiles — **L'induttanza dei circuiti di corrente di Reusen.** (E.T.Z. (A), 11 settembre 1959, pag. 633 a 634, con 1 fig.). 15 b

Si denominano circuiti di corrente di Reusen quei dispositivi, in cui si ha una sola conduttura centrale di adduzione della corrente, in mezzo ad un gran numero di condutture di ritorno, che d'altra parte sono disposte ai vertici di un quadrato. Ciò ha lo scopo di riscaldare la conduttura di adduzione per mezzo della corrente alternata a frequenza industriale. Di un tale circuito si deve determinare l'induttanza per dimensionare il trasformatore di alimentazione. La conduttura da riscaldare può essere costituita da un blocco metallico massiccio a sezione circolare o quadrata od anche da un corpo cavo. Anche le condutture di ritorno possono essere massicce — e in questo caso raffreddate con acqua — o cave. Vengono fatte alcune ipotesi semplificative per calcolare la induttanza, che può essere dedotta in vari modi. In generale si ricorre ad un'equazione adatta per tutti i casi, valida nella ipotesi che nella sezione dei conduttori massicci la corrente sia ripartita uniformemente: con opportune modifiche essa può essere usata anche per conduttori tubolari. L'induttanza del dispositivo può essere diminuita mediante opportuno aumento delle condutture di ritorno. Tt.

B. Kern — **La riflessione delle onde di urto negli avvolgimenti delle macchine.** (E.U.M., 15 settembre 1959, pag. 436 a 441, con 9 fig.). 15 b

L'A. conclude un articolo iniziato precedentemente (vedi «L'Elettrot.», 1960, n. 3 bis, pag. 37D) mostrando che se la resistenza dell'avvolgimento è minore della resistenza di chiusura dei morsetti non colpiti dall'onda d'urto, si hanno oscillazioni armoniche smorzate. Per determinare i fenomeni di riflessione in un avvolgimento di una macchina elettrica, occorre conoscere la resistenza dell'avvolgimento stesso. Nella determinazione di essa in diverse macchine con una

misura di corrente e tensione ai morsetti di entrata, si ebbe un andamento fortemente dipendente dal tempo. In un tubo generatore il rapporto tensione/corrente nei primi 8 microsecondi salì da 50 ohm a oltre 300 ohm. Non fu possibile dare per la resistenza dell'avvolgimento un valore determinato. A.C.

J. Euler — **Elettreti di resina.** (E.T.Z. (B), 21 settembre 1959, pag. 359 a 364, con 10 fig.). 15 b

Sono noti i problemi connessi con l'effetto dielettrico successivo: questo fenomeno è noto da quando si sono cominciati ad impiegare i condensatori; esso è più pronunciato in alcuni prodotti naturali e in certe materie sintetiche ed è sempre causato da conformazione dipolare o da separazione delle cariche, il che si manifesta specialmente a temperature elevate o in sostanze allo stato fuso. Entrambi i tipi di fenomeni scompaiono poi col tempo, più rapidamente quando le sostanze, che li presentano, sono allo stato fuso. L'A. descrive alcune esperienze: se si pone un dielettrico fuso tra due elettrodi metallici molto lucidi e si applica loro una intensità di campo di 10 kV/cm, si avverte il fenomeno considerato, che fu a suo tempo scoperto da M. Eguchi. Si è cercato di dare una spiegazione di tale elettrizzazione permanente del dielettrico, che manifesta, alle estremità del corpo a forma rettangolare, su cui si esperimenta, due cariche elettriche di nome contrario allo stesso modo di un magnete permanente, donde il nome di elettreti. Si ritiene che si abbia la formazione interna di ioni e che si abbia quindi una loro migrazione con orientamento dipolare. Tale formazione viene attribuita a cariche, che si originano dagli elettrodi, ma che sono raccolte dall'ambiente esterno. La densità energetica degli elettreti non è però stata sinora suscettibile di aumento. Un impiego degli elettreti si è avuto sinora nei microfoni a condensatore, in cui all'elettrete è affidato il compito di produrre la tensione ausiliaria. Si ritiene che in avvenire l'impiego possa essere esteso anche alla costruzione di elettrometri. Tt.

## FISICA, CHIMICA E MATEMATICA

G. Oberdorfer — **Le grandezze adimensionali nell'analisi dimensionale.** (E.U.M., 15 dicembre 1959, pag. 599 a 603, con 1 fig.). 16 b

È diventato oggi di uso comune nella fisica e nella tecnica servirsi di equazioni dimensionali. Esiste una classe di grandezze caratterizzate dal fatto che l'esponente del loro simbolo dimensionale è zero. Come esempio di tali grandezze si consideri un angolo, definito come rapporto dell'arco rispetto al raggio. Detto  $[l]$  il simbolo dimensionale della lunghezza, si ha:  $[\alpha] = [l]/[l] = [l]^0 = 1$ . Per l'angolo solido si ha invece:  $[\omega] = [l^2]/[l^2] = [l^2]^0 = 1$ . Tali grandezze vengono dette adimensionali, per quanto una siffatta denominazione possa indurre nell'errore che esse non rappresentino grandezze nel senso fisico, ma solo numeri puri; è stata pertanto proposta la denominazione grandezze di rapporto, mentre l'A. propone, quale denominazione più felice, «grandezze di dimensione uno». L'A. esamina quindi le proprietà delle grandezze così definite, in particolare della grandezza indicata come «quantità di materia» che un tempo veniva definita per mezzo della sua massa. A.C.

M. Cuénod - M. Del Pedro - A. Wavre — **Studio teorico e sperimentale della stabilizzazione di marcia di un compensatore sincrono sottoeccitato, per mezzo della dipendenza della sua coppia motrice dal suo angolo polare.** (A.S.E., 29 agosto 1959, pag. 881 a 890, con 14 fig.). 17 a

Viene riferito sullo studio teorico e sperimentale effettuato per la ricerca di un nuovo modo di stabilizzazione di un compensatore sincrono sottoeccitato. Essa è realizzata facendo dipendere la coppia motrice dall'angolo polare del compensatore sincrono, proporzionale allo sfasamento tra la tensione della rete e la f.e.m. degli induttori. Gli AA. mostrano come, per mezzo del dispositivo di regolazione proposto, si possa assicurare una marcia stabile del compensatore per qualsiasi valore di regime dell'angolo polare e in particolare anche per il valore di 180°, il che consente di sfruttare l'intera potenza del compensatore, quando gli si faccia assorbire energia reattiva. Quando l'angolo di riferimento è di 180° e le costanti del regolatore sono opportunamente scelte, la potenza meccanica occorrente per la regolazione risulta assai



inferiore alle perdite meccaniche del gruppo. Con tale modo di stabilizzazione è possibile far assorbire da una macchina sincrona una potenza reattiva pari alla sua potenza nominale, il che rappresenta, rispetto a quest'ultima, un aumento del 20%, per una macchina a poli salienti, e del 50% per una macchina a poli livellati; ciò potrebbe essere sfruttato per utilizzare i turboalternatori come compensatori sincroni. *Tl.*

**K. Oberretl — La tensione magnetica nel gioco rotorico nelle macchine asincrone.** (E.U.M., 1° ottobre 1959, pag. 449 a 454, con 13 fig.). **17 b**

La costruzione delle macchine elettriche è legata al calcolo del circuito magnetico onde determinare la corrente di magnetizzazione. La determinazione della tensione nel gioco rotorico presenta difficoltà, anche per la presenza dei canali di refrigerazione assiali e dell'albero della macchina. La tensione nel gioco oscilla secondo la posizione del campo relativa al rotore, tra un valore massimo e minimo. Nel presente articolo viene calcolata la tensione del gioco rotorico tenendo conto dell'importanza sempre maggiore assunta dai motori elettrici veloci. Vengono dedotte quindi delle relazioni che permettono di calcolare la ripartizione dell'induzione e le perdite nel caso di funzionamento a vuoto e sotto carico. *A.C.*

**M. Caney — Possibilità di aumento del limite di stabilità per macchine sincrone.** (A.S.E., 10 ottobre 1959, pag. 1016 a 1019, con 4 fig.). **17 c**

L'A. fa ricerche circa le possibilità teoriche di elevare il limite di stabilità statica nelle macchine sincrone. A questo scopo parte da relazioni matematiche indicate nell'articolo e mostra che con loro mezzo si può calcolare in anticipo la ripidità della caratteristica del regolatore di angolo nella produzione dell'eccitazione proporzionale all'angolo di carica. In sostanza risulta che una macchina sincrona, con l'ausilio del cosiddetto regolatore d'angolo, può essere fatta funzionare staticamente, anche oltre il limite statico di stabilità. Tale regolatore deve però soddisfare a certe condizioni, e cioè deve avere un'ancora notevole ripidità nella caratteristica dell'eccitazione proporzionale all'angolo di carico e inoltre una costante di tempo piuttosto piccola nella formazione della tensione. Circa la prima condizione, l'A. indica un procedimento, che consente di determinare la ripidità critica della funzione  $E = f(\delta)$ , ove  $E$  è la tensione e  $\delta$  l'angolo di carico, per una data condizione di funzionamento. *Tl.*

**H. Rachel — Problemi costruttivi e tecnologici nella costruzione di micro-turbogeneratori per modelli dinamici di reti trifasi.** (Elektrie (già Elektrotechnik), settembre 1959, pag. 346 a 349, con 5 fig.). **17 v**

I micro-turbogeneratori sono piccoli alternatori trifasi, le cui caratteristiche concordano con quelle dei turbogeneratori installati in centrale, tenuto conto della scala prefissata per il modello. Con essi si devono perciò riprodurre, in un modello dinamico di rete trifase, tutti i fenomeni stazionari e non, che vi si possono verificare. È noto che, per il calcolo di tali piccole macchine, si devono seguire criteri interamente diversi da quelli normalmente adottati per l'impiego dei gruppi turbo effettivi. Qui si devono considerare in primo piano nel calcolo i valori dati per il  $PD^2$ , per il rapporto corto circuito/funzionamento a vuoto e per la costante di tempo nel funzionamento a vuoto per l'avvolgimento eccitatore, mentre le questioni dello sfruttamento del materiale attivo e del riscaldamento hanno minore importanza. L'A. si propone appunto di ricercare le vie per la realizzazione delle condizioni poste e riferisce sui criteri seguiti nella costruzione di un primo micro-turbogeneratore. Nella progettazione si sono in un primo tempo determinate le dimensioni approssimate della macchina e fu poi stabilito innanzi tutto il dimensionamento del circuito indotto. Le sezioni del circuito magnetico, e quindi la lunghezza di indotto, sono stabilite in modo che il valore fissato dal rapporto corrente a vuoto/corrente di corto circuito può essere mantenuto in relazione al numero di amperspire per la marcia a vuoto. L'indotto viene munito di avvolgimento a doppio strato con forte penetrazione. Per accrescere la reattanza di dispersione, si inseriscono speciali bobine prima dell'avvolgimento indotto. L'induttore è costituito da ferro Armeo con cave fresate. L'avvolgimento induttore non è ripartito uniformemente nelle singole cave. I risultati di misura concordano bene coi valori di calcolo. Però le caratteristiche richieste non poterono essere integralmente realizzate soprattutto per

le grandi perdite a vuoto incontrate e per le difficoltà nel riprodurre i circuiti smorzatori. *Tl.*

**F. Pepelnik — Risultati di recenti misure di controllo su avvolgimenti di generatori delle centrali sulla Enns in Austria.** (O.Z.E., ottobre 1959, pag. 531 a 536, con 5 fig.). **17 v**

L'A. mette in evidenza la necessità di effettuare continuamente un controllo sull'isolamento dei generatori di una centrale elettrica e riferisce sulle ricerche svolte a questo riguardo su 13 unità delle centrali sull'Enns, appartenenti alla Ennskraftwerke A.G. di Steyr. Gli alternatori erano tutti per 6,3 kV con potenze da 7500 a 32000 kVA, in esercizio da un minimo di 4 ad un massimo di 11 anni. In particolare viene riferito sulle misure effettuate con corrente alternata alta tensione nonché con corrente continua. Vengono poi messi in evidenza i vantaggi di tali ricerche sulle condizioni di isolamento: esse lasciano esattamente comprendere in quali condizioni si trovi l'isolamento dell'avvolgimento di una data unità, in confronto con quello di altri generatori. Inoltre da quanto esposto risulta la necessità di tener conto dei risultati delle misure tanto in corrente alternata quanto in corrente continua. Ciò rappresenta anche un elemento utile per le compagnie di assicurazione. *Tl.*

## ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA

**A. Chauchereau — Elementi che influiscono sulla percezione visiva nella illuminazione pubblica.** (Bull. Soc. Franç. Elec., ottobre 1959, pag. 610 a 620, con 19 fig.). **19 b**

Il problema della visione sotto l'effetto della illuminazione pubblica è molto complesso e presenta molte difficoltà che l'A. mette in rilievo. Gli elementi che influiscono possono essere classificati in 3 categorie: elementi fisici, elementi fisiologici, elementi psicologici. Fra gli elementi fisici viene presa in considerazione anzitutto la composizione spettrale della luce emessa: a questo proposito viene rilevato come si trascuri generalmente l'effetto della selettività dei rivestimenti stradali rispetto alle varie radiazioni. Altro elemento importante e largamente discusso è quello della formazione d'ombra sugli ostacoli: in proposito viene riferito su rilievi sperimentali eseguiti servendosi di un icosaedro. Fondamentale, in pratica, è l'elemento contrasto che permette di osservare gli ostacoli nel campo visivo: viene discusso il meccanismo della formazione della luminanza sulla superficie stradale, sul quale intervengono 3 elementi principali: il manto stradale, la curva fotometrica della sorgente luminosa, la distribuzione dei centri luminosi; in proposito sono riportate fotografie che documentano i fenomeni descritti. Fra gli elementi di carattere fisiologico sono da considerare anzitutto le condizioni di percezione e a tale riguardo sono discusse: la sensibilità differenziale ai contrasti; l'acuità visiva; le particolarità della visione crepuscolare, tenendo conto della dualità della retina e dell'effetto Purkinse; l'abbagliamento; lo stato di adattamento dell'occhio. Nei riguardi dell'osservatore vengono presi in considerazione: l'età; la variazione nel tempo; le anomalie della visione. Condizioni importanti, spesso non sufficientemente considerate, si riferiscono al campo visivo influenzato dalla larghezza della strada, dalle condizioni dei fianchi, dalla volta celeste, dal para-brise ecc. In ultimo l'A. analizza degli elementi psicologici che intervengono nella percezione di un osservatore su strada e in particolare la memoria, l'immaginazione, la velocità di percezione ecc. *N.*

**P. Devaux — Questioni di attualità nell'illuminazione delle automobili.** (Bull. Soc. Franç. Elec., ottobre 1959, pag. 575 a 596, con 23 fig.). **19 v**

L'A. si occupa anzitutto della questione dell'impiego della luce gialla e rileva la difficoltà di valutare i vantaggi che essa comporta per il guidatore in quanto solo l'impressione globale di benessere può esprimere il vantaggio di una luce rispetto alle altre. Riporta in proposito l'esito di ricerche sistematiche eseguite da vari sperimentatori traendone la conclusione che un effettivo vantaggio per la luce gialla esiste anche se di difficile valutazione. Un'altra questione trattata è quella dei segnali luminosi di manovra sui veicoli; si riportano diagrammi che danno, in funzione della eccentricità sotto la quale è visto il segnale, e della distanza alla quale è osservato, l'intensità luminosa necessaria perché esso venga percepito in meno di un secondo quando la luminanza del fondo è di 0,125 cd/cm<sup>2</sup> oppure 0,5 cd/cm<sup>2</sup>; la tecnica



francese è orientata verso una intensità di 15 cd. Particolarmente importante è la questione relativa ai fasci luminosi incrociati che, in Europa, si vanno normalizzando; vengono ricordati i meccanismi per far ruotare di 15° le lampade; un problema connesso è quello dell'installazione di 4 proiettori su ogni vettura, come è in uso in America; secondo l'A. ciò non rappresenta un miglioramento nei riguardi della tecnica dell'illuminazione. L'A. si occupa poi della normalizzazione delle tensioni di alimentazione per le lampade d'automobili, discutendo le particolari condizioni di esercizio che si verificano nei riguardi delle variazioni di tale tensione che avvengono durante il funzionamento della vettura; la questione viene largamente discussa in relazione alle caratteristiche delle lampade. Vengono esposte considerazioni e direttive sia per una migliore regolazione della tensione sia per un miglior adattamento delle lampade alle condizioni di esercizio.

N.

**D. A. Fleury — Prove di catadiottri a grande distanza.** (Bull. Soc. Franç. Elec., ottobre 1959, pag. 597 a 609, con 5 fig.). 19 v

L'A. richiama la importanza che hanno, sul funzionamento di un catadiotro, i tre angoli fondamentali: l'angolo sotto il quale l'osservatore vede il catadiotro e gli angoli sotto i quali dal catadiotro si vedono, rispettivamente, la sorgente illuminante e l'apparecchio di misura. Il catadiotro costituisce un microproiettore ultraintensivo: la curva che rappresenta la sua intensità luminosa in funzione dell'angolo fra raggio incidente e direzione di osservazione, si chiama curva di divergenza. Il catadiotro a tetraedri ha la curva più appuntita: se fosse perfettamente realizzato la sua divergenza sarebbe nulla. Il catadiotro a sfere ha invece una curva molto più appiattita. Le misure sui catadiottri che si possono eseguire in laboratorio e quindi con piccole distanze, non sono soddisfacenti per vari motivi. L'A. ha quindi eseguito rilievi sperimentali su catadiottri a grandi distanze e descrive la tecnica usata in tali rilievi discutendone anche l'attendibilità; mette così in evidenza che la fotometria visuale dei punti luminosi con osservazione diretta a grande distanza può essere altrettanto precisa come la fotometria ordinaria. È stata riconosciuta l'influenza dell'apertura della sorgente illuminante e del ricevitore sul comportamento risultante: l'influenza, piccola quando uno degli apparecchi ha apertura di 10'' e l'altro di 1'', diventa notevole quando tutti e due hanno apertura di 10''. Pure grande importanza ha l'andamento della curva di divergenza. L'A. espone considerazioni critiche sui metodi di misura comunemente usati per l'esame dei catadiottri. L'A. ha eseguito rilievi di confronto fra 6 catadiottri diversi e ne riporta i risultati discutendoli.

N.

## IMPIANTI

**G. Biegelmeier — Sul dimensionamento di terre per schemi di protezione contro corti circuiti verso terra.** (O.Z.E., agosto 1959, pag. 415 a 421, con 6 fig.). 20 e

In questi ultimi tempi si è andata sempre più diffondendo l'adozione di mezzi di protezione contro contatti accidentali di parti sotto tensione o isolate contro massa. I relativi interruttori si possono applicare in tre modi: con schema diretto, indiretto e con aumento di energia (scatto a impulso). Si sono pertanto richieste prescrizioni di impianto; l'A. si propone di corrispondere a tale domanda. Gli schemi considerati non sono altro che un ulteriore sviluppo della messa a terra protettiva, in cui gli organi di protezione delle linee, in caso di corto circuito a terra, vengono sostituiti dall'interruttore di protezione, assai più sensibile. Per stabilire il giusto dimensionamento delle terre necessarie, che è in stretta relazione con le tensioni di contatto, l'A. richiama i risultati delle ricerche nel campo elettrofisiologico e considera le esperienze raccolte nella protezione con la messa a terra del neutro stabilendo il limite di pericolo per il verificarsi di contrazioni nelle cavità cardiache. In base a ciò, vengono dedotte le formule di dimensionamento delle terre in questi casi. Risulta che nelle condizioni di dimensionamento si deve distinguere tra gli interruttori puramente elettromagnetici e quelli destinati a questi impieghi di produzione con caratteristica dipendente dalla corrente di guasto. Poiché su ognuno di tali interruttori è indicata la resistenza di terra ammissibile, viene proposto che nelle prescrizioni di impianto venga fatto riferimento unicamente a questo dato;

si deve però ritenere che gli interruttori stessi rispondano alle Norme generali. L'A. accenna da ultimo alla possibilità di certe facilitazioni nelle condizioni di dimensionamento, nel caso di elevate resistività del terreno.

Tt.

**E. Kumersteiner — La centrale di Ottenstein in Austria.** (O.Z.E., ottobre 1959, pag. 515 a 528, con 11 fig.). 20 i

Viene indicata la disposizione generale della centrale idroelettrica considerata, situata su di un affluente del Danubio. Lo spazio per la costruzione della centrale, che comprende 4 gruppi ad asse verticale da 10 MW, era piuttosto limitato, di guisa che si presentarono solo due possibilità per la sistemazione del quadro A.T. e fu scelta quella di disporlo al disopra della centrale stessa. Dei quattro gruppi, tre sono accoppiabili sia a generatori sia a pompe di accumulo, mentre il quarto comanda esclusivamente un generatore. Il salto è sui 48 m e la velocità è stata fissata, in relazione alle esigenze delle pompe, in 250 giri/min. Un particolare interessante è il complesso di avviamento per le pompe. Per il passaggio al funzionamento turbina-pompa è previsto l'impiego di un dispositivo di avviamento con rotore in corto circuito e di un riduttore a ingranaggi frontali con pignone intermedio di ritorno, che viene inserito per mezzo di servomotore ad olio; il motore viene avviato con dispositivo stellatrigonangolo e nello stesso tempo si inizia il riempimento del giunto di connessione con la pompa, del tipo a liquido. La coppia iniziale è insignificante, di guisa che il motore può avviarsi praticamente a vuoto. La manovra si svolge in circa 3 minuti. Un misuratore elettrico di scorrimento consente poi l'inserzione dell'ingranaggio al momento opportuno. Il motore d'avviamento ha una potenza di 250 kW. Vengono descritti i dispositivi di chiusura e viene accennato all'impianto di raffreddamento delle macchine per mezzo di acqua corrente. Il funzionamento della centrale per produzione di energia elettrica è interamente automatico. Per il quadro a 60 e 110 kV sono stati adottati interruttori ad aria compressa con potenze di rottura di 2000 MVA sul lato a 110 kV e di 1000 MVA sul lato a 60 kV.

Tt.

**F. Bobin — I sistemi di telecomando della Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques.** (Bull. Soc. Franç. Elec., ottobre 1959, pag. 567 a 574, con 6 fig.). 20 l

Dopo alcune considerazioni di ordine generale l'A. passa a descrivere alcuni tipi di dispositivi particolari di telecomandi. Il tipo indicato come CGCT n. III è destinato al comando, da una cabina di comando (PC), di cabine asservite (PA) dislocate su un asse, per mezzo di un solo mezzo di trasmissione (di solito una bicoppia con inseriti i necessari ripetitori). I segnali sono trasmessi in codice binario, a tutto o niente, su vie armoniche. Una frequenza armonica riservata come « direttore d'orchestra » è trasmessa in modo continuo quando non vi sono segnali da trasmettere e viene suddivisa in treni di 25 ms quando una cabina chiama; due altre frequenze sono utilizzate come vie di trasmissione fra il PC e un PA. I segnali scambiati si collocano nei silenzi della frequenza codice; al riposo, tutte le frequenze sono emesse e ricevute in modo permanente e la chiamata da una cabina è caratterizzata dall'interruzione della sua trasmissione di frequenza codice. Il funzionamento di questo dispositivo viene largamente descritto. Un altro sistema, detto CGCT n. IV, è destinato al comando da parte di un solo PC di un unico PA che può anche comprendere molti organi (fino a 240); esso si presta quindi alla distribuzione a stella di tanti PA comandati da apparecchi raccolti in un solo centro e collegati con fili particolari; le informazioni sono trasmesse con sistema binario a 2 segnali rappresentati da 2 frequenze o da 2 polarità; anche questo sistema è illustrato e descritto. Viene poi fatto cenno di un sistema di telecomando elettronico, in via di esperimento per le ferrovie francesi. Un sistema di trasmissione rapida comporta un codice a 2 segnali.

N.

**O. Löbl — Gli elementi del costo dell'energia nucleare.** (A.S.E., 29 agosto 1959, pag. 917 a 922, con 4 fig.). 20 n

Due ostacoli si presentano nel calcolare i costi di produzione dell'energia nucleare: il primo è connesso con la conoscenza insufficiente di alcuni fattori fisici, come l'irradiazione; l'altro proviene dal fatto che certi elementi, come il costo del trattamento chimico del combustibile, sono oggetto di processi speciali, i cui costi non sono noti. L'A. enumera gli elementi del costo di produzione, dividendoli in spese fisse, per combustibile greggio, e in bonifici per valore residuo dell'uranio e per il valore del plutonio otte-



nuto come sottoprodotto. L'A. si basa sui reattori, di cui oggi si possono ottenere esemplari per altri impianti e precisamente: reattore britannico, due reattori americani ad acqua ordinaria e reattore organico. Il confronto viene fatto con una centrale a carbone della Ruhr. Dall'esame fatto dall'A. risulta che allo stato attuale nessun tipo di reattore può fare concorrenza ad una centrale termica del tipo di quelle esistenti nella Ruhr. *Tt.*

**D. von Haebler — Alcune particolarità nella regolazione di centrali nucleari.** (E.U.M., 15 novembre 1959, pag. 535 a 539, con 6 fig.). 20 n

Prima di entrare in argomento circa i problemi che si presentano nella regolazione di impianti nucleari, l'A. dedica alcuni paragrafi alla descrizione del comportamento proprio del reattore ed ai fenomeni che intervengono nel tempo ove non fosse presente alcun sistema di regolazione. Viene in particolare esaminato l'andamento del flusso neutronico al variare della reattività e la sua dipendenza dalla temperatura e dall'avvelenamento da prodotti di fissione. Viene quindi preso in esame l'avvelenamento da xeno e samario nel caso di una caduta della potenza al 75 %, 50 %, 25 % del valore iniziale, o addirittura in caso di spegnimento totale del reattore. L'A. termina l'articolo con la descrizione dei vari sistemi di regolazione impiegati, accennando inoltre ai fenomeni transienti che intervengono sia in funzionamento normale del reattore (e quindi previsti nel progetto dello stesso), sia invece con carattere di incidenti, dovuti ad irregolarità di funzionamento o a guasti di apparecchiature. *Tt.*

## MACCHINE A COLLETTORE

**A. W. Mohr — La commutazione dei motori universali.** (E.U.M., 1° ottobre 1959, pag. 456 a 460, con 7 fig.). 25 a

La condizione teorica della commutazione per l'esercizio senza scintille di una macchina commutatrice, secondo la teoria della commutazione per cui il tempo di corto circuito diviso la costante di tempo magnetica della commutazione deve essere maggiore o uguale all'unità, non permette di spiegare il comportamento di molte macchine commutatrici, soprattutto per esercizio in corrente alternata. Vi sono molte macchine commutatrici per cui il tempo di corto circuito è molto minore della costante di tempo magnetica della commutazione e che tuttavia commutano ottimamente e viceversa. Si è molto scritto e discusso su questa contraddizione tra teoria e pratica in questi ultimi 50 anni, ma tutte le presenti teorie sulla commutazione si limitano a quella in corrente continua, per quanto la commutazione in corrente alternata venga spesso ricondotta a quella in corrente continua. Nella trattazione presente, relativa ai motori universali, partendo dall'equazione differenziale della commutazione in corrente alternata attraverso la funzione della tensione alle spazzole, viene costruito graficamente il caso più difficile di commutazione in corrente alternata. *A.C.*

**H. G. Sauer — Sul calcolo di generatori per saldatrici secondo il principio del campo disperso, con regolazione della corrente per mezzo di uno spostamento delle spazzole.** (E.U.M., 15 luglio 1959, pag. 345 a 351, con 12 fig.). 25 c

Secondo le norme vigenti, i generatori a corrente continua per saldatrici devono soddisfare a numerosi requisiti: ad esempio l'accendersi dell'arco deve avvenire senza difficoltà e lo stesso deve restare stabile nelle varie condizioni di lavoro. Inoltre il generatore deve poter sopportare senza inconvenienti la corrente più intensa che possa venire richiesta da lavori di saldatura, e la massima tensione, per motivi di sicurezza, non deve superare 100 V. L'A. illustra il procedimento da seguire nel progetto di un generatore di questo tipo, nonché vari problemi quali ad esempio la scelta del rapporto flusso principale/flusso disperso, caratteristiche a vuoto e sotto carico della macchina, nonché l'effetto di uno spostamento delle spazzole, sia nel senso del moto sia nel senso opposto. *A.C.*

**H. J. Bederke — Gruppi Leonard di grande precisione con regolazione di velocità.** (E.U.M., 1° dicembre 1959, pag. 557 a 563, con 12 fig.). 25 c

Come in molti rami della tecnica, anche nei gruppi Leonard con regolazione di velocità, vengono sempre più richie-

ste doti di precisione. Vi sono già dei casi in cui si richiede che la massima deviazione da un valore fissato della velocità di rotazione sia inferiore all'1/1000 e ciò per ore e giorni di funzionamento. Sembra che riguardo alla tecnica della regolazione, il generatore Leonard presenti degli svantaggi soprattutto per grosse potenze. La sua costante di tempo di eccitazione si trova infatti di fronte ad improvvise variazioni di flusso e la curvatura della caratteristica di eccitazione rende difficile la regolazione. Nel presente articolo l'A. mostra quali risultati si possono ottenere da un gruppo Leonard con una efficace regolazione. *A.C.*

**H. Bühler — Ricerche su regolazioni Ward Leonard con un dispositivo analogico.** (A.S.E., 24 ottobre 1959, pag. 1062 a 1068, con 16 fig.). 25 c

Dalle equazioni differenziali del sistema Ward Leonard si possono derivare modelli per un dispositivo analogico. L'A. richiama i vantaggi offerti da una calcolatrice analogica per ricerche su circuiti di regolazione: si può innanzi tutto stabilire in anticipo il comportamento statico, ma soprattutto quello dinamico, della regolazione, senza dover far uso delle macchine, che rappresentano il percorso di regolazione. Le costanti di esso possono essere facilmente variate, il che è utile nelle ricerche di sviluppo. Per i circuiti Ward Leonard, l'A. si propone di mostrare come il comportamento statico e dinamico di macchine a corrente continua possa essere riprodotto con un dispositivo analogico. Viene pertanto descritto il circuito Ward Leonard e viene presa in considerazione la reazione dell'indotto. Vengono poi esposte ricerche circa regolazioni di velocità e viene riferito sul collegamento del regolatore relativo. *Tt.*

**J. Vogel — L'indotto commutatore come elemento di inserzione di reattanza e come convertitore di frequenza.** (Elektrie (già Elektrotechnik), settembre 1959, pag. 349 a 351, con 10 fig.). 25 d

Il modo di funzionamento delle macchine trifasi a collettore si basa essenzialmente sulle proprietà dell'indotto commutatore nel campo rotante: esse consistono nella possibilità di influsso di fase tra tensione e corrente nonché di variazione della frequenza. L'A. espone le relative relazioni dai punti di vista matematico, fisico e sperimentale, così da accrescere gli elementi noti circa la funzione elettrica dell'indotto commutatore. Viene considerato un indotto, che può essere azionato da un motore a diverse velocità: sul commutatore sono disposte tre spazzole collocate a 120° l'una dall'altra, connesse ad una rete trifase. L'A. esamina quale carico si verifica sulla rete, quando il commutatore è in rotazione. Viene poi esaminato il comportamento dell'indotto-commutatore come convertitore di frequenza; in tal caso un motore a velocità regolabile aziona un rotore a doppio avvolgimento, che è alimentato da una rete trifase attraverso anelli di scorrimento. L'esame riguarda la tensione, che si ha al commutatore. *Tt.*

## MATERIALI

**F. Pawlek — Previsioni circa il futuro sviluppo dei materiali magnetici.** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 561 a 565, con 3 fig.). 26 d

In base alle teorie moderne dei fenomeni magnetici, l'A. si propone di mostrare quali limiti sussistano circa il futuro sviluppo dei materiali magnetici e quali perfezionamenti ci si possano ancora attendere: e ciò particolarmente per magneti permanenti metallici e a base di ossidi, per lamierini per trasformatori e per il ferrite. Viene indicato che, per leghe « Alnico », si può raggiungere un  $(BH)_{max}$  di 20 sino a 70 MGOe. Per lamierini di trasformatori le perdite, con una induzione di 15 kG, si possono ritenere intorno a 1,5 W/kg, per lamierini laminati a caldo, e intorno a 0,9 W/kg per quelli laminati a freddo con orientamento preferenziale della struttura granulare. Nei trasformatori, l'adozione di lamierini con struttura appropriata può far ridurre le perdite totali del 40% per molto elevate induzioni sino a 17 kG. Con lamierini a forte tenore di silicio, intorno al 6,5 %, dopo un trattamento a caldo in campo magnetico, le perdite possono ridursi, con un'induzione di 15 kG, a circa 0,45 W/kg. Nella ferrite si hanno ancora scarsi elementi per stabilire un limite di perdite. In base a tre esempi l'A. mostra quali categorie di leghe complesse di ossidi si sono sin qui realizzate ed affermate. *Tt.*



**K. Sixtus — Il compito del ritardo magnetico nei materiali usati in elettrotecnica.** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 565 a 570, con 8 fig.). 26 d

In diversi settori di impiego dei materiali magnetici, si deve tener conto che in essi la relazione fra campo e induzione dipende dal tempo; mentre i fenomeni di ritardo sono in generale considerati dannosi, quando si manifestano come variazione nel tempo delle caratteristiche magnetiche o producono un aumento delle perdite, vengono invece sfruttati in casi speciali, come nella produzione di suono o nei dispositivi per microonde. L'A. passa in rassegna le diverse forme e la causa del ritardo magnetico e tra queste ultime viene ravvisato l'invecchiamento nei magneti permanenti e, per i tipi non permanenti usati nei trasformatori e nei relè, viene fatta una trattazione particolare. Per questi ultimi e, in alcune circostanze, anche per la ferrite, si può avere il fenomeno considerato per diffusione di atomi estranei o di elettroni nella massa del materiale magnetico. Nel campo delle altissime frequenze e per impulsi brevissimi, i fenomeni di risonanza determinati dallo « spin » elettronico esercitano un influsso determinante. Tt.

**G. Hellbardt - H. Stäblein — Due esempi dell'ulteriore sviluppo di materiali magnetici non permanenti.** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 570 a 576, con 16 fig.). 26 d

Lo sviluppo della ferrite a magnetizzazione non permanente ha acquistato grande importanza in questi ultimi tempi. I metodi di produzione e misura sono per tale materiale così diversi da quelli dei magneti metallici che la ferrite si è sviluppata in un settore suo proprio, del tutto indipendente. Gli AA. considerano lo sviluppo dei materiali a magnetizzazione non permanente riferendosi a leghe di ferro-silicio con struttura a reticolo nonché alla lega 50% ferro-cobalto con curva d'isteresi rettangolare. I lamierini perfezionati di ferro-silicio dovrebbero trovare impiego, oltre che nei trasformatori, anche, in certi casi, nei motori, qualora si possa trovare un metodo di produzione economico. La lega ferro-cobalto viene oggi usata in quei casi, in cui le particolari condizioni magnetiche di tale lega giustificano l'elevato costo dovuto al cobalto e al vanadio. Lo sviluppo di questo tipo di lega non è per altro ancora definitivo. Tt.

**H. Schlüter - F. Stäblein — Nastri di lamierino laminato a freddo.** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 576 a 582, con 6 fig.). 26 d

In molte applicazioni di lamierini per nuclei magnetici, si va estendendo l'impiego di nastri laminati a freddo anziché di lamiera laminata a caldo. A questo riguardo gli AA., con ampia trattazione, mettono in evidenza le differenze tra lamierini a caldo e a freddo circa la produzione, il trattamento e le rispettive caratteristiche meccaniche ed elettriche. Viene indicato il significato di « nastro dinamo » riservato alle piattine sottili laminate a freddo, quando non presentino un ben pronunciato orientamento della loro struttura granulare o non abbiano una direzione preferenziale magnetica. La produzione di tali nastri si effettua in un primo tempo a caldo, partendo dalla relativa billette ed effettuando poi la laminazione a freddo negli stadi finitori; gli AA. descrivono tutto il procedimento, compresa anche l'operazione di ricottura. Vengono poi discusse particolareggiatamente le differenze meccaniche, tecnologiche e magnetiche dei due tipi: i lamierini lavorati a caldo e i nastri laminati a freddo; da apposita tabella si rilevano i dati dei diversi tipi di nastri-dinamo oggi ottenibili. Vengono date poi alcune relazioni generali tra tenore di silicio e caratteristiche meccaniche nonché tra spessore della lamiera e perdite per inversione del campo magnetico. Tt.

**R. Boll — Materiali magnetici metallici e forme dei nuclei in apparecchi per telecomunicazioni.** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 582 a 587, con 12 fig.). 26 d

Da qualche tempo negli apparecchi per telecomunicazioni si nota la tendenza a realizzare una riduzione nelle dimensioni degli apparecchi stessi e dei relativi elementi costitutivi, ad adottare un più largo sfruttamento dei principi elettronici, a passare sempre più all'automazione e a frequenze più elevate. In base ad alcuni esempi, l'A. mostra come sia possibile adeguarsi a tale tendenza con l'impiego di nuovi materiali magnetici metallici e con l'adozione di opportune forme dei nuclei degli apparecchi considerati. L'A. tratta particolarmente dei materiali per relè, delle forme dei nu-

clei per trasformatori di rete, per piccoli trasmettitori, per tipi senza ronzio, per trasmettitori e trasformatori di impulsi, per nuclei per dispositivi di inversione, per contatori e per accumulatori di notizie. Vengono anche esposte alcune osservazioni fondamentali circa nastri sottili per alte frequenze. Tt.

**L. Ruess — Sulla dipendenza direzionale delle caratteristiche magnetiche di lamierini e sulla loro misura.** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 588 a 593, con 14 fig.). 26 d

La costituzione e il modo di produzione sono determinanti per le caratteristiche magnetiche dei lamierini. I tipi laminati a caldo presentano in generale un'anisotropia piccola o media nelle proprietà magnetiche, mentre per quelli laminati a freddo, con orientamento della struttura granulare, come per i cristalli singoli, si ha una forte anisotropia; anche nei nastri-dinamo laminati a freddo si rileva una moderata dipendenza direzionale delle proprietà magnetiche. L'A. esamina tale anisotropia per tali lamierini e riferisce sulla misura di essa. A questo riguardo viene descritto un adatto strumento per la misura delle caratteristiche magnetiche in qualsiasi direzione su lamierini di forma circolare. Vengono date le curve di orientamento determinate col flussometro e quelle di isteresi in direzioni preferenziali per diversi stadi del processo di produzione di lamierini con struttura granulare orientata nonché per cristalli singoli tanto per i tipi laminati a caldo quanto per quelli ottenuti a freddo. Viene pure esaminato lo sviluppo di lamierini a doppia direzione preferenziale con struttura reticolata. Tt.

**F. Berlinghoff — Nuovi sviluppi delle ferriti.** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 600 a 605, con 10 fig.). 26 d

Le leghe « ferrite » si sono rapidamente affermate in diversi settori dell'elettrotecnica; l'A. si propone di illustrare gli ultimi sviluppi di questo materiale per bobine e nuclei di trasmettitori, per scopi di smorzamento e per impieghi speciali. I tipi di ferrite per frequenze intorno a 500 kHz vengono di solito ottenuti con aggiunta di zinco-manganese: essi presentano elevata permeabilità, piccole perdite residue e di isteresi, bassi coefficienti di temperatura della permeabilità, saturazione sufficientemente alta e buona stabilità. Vengono poi descritte le forme più convenienti dei nuclei in ferrite. Per le altissime frequenze si nota ora un più esteso impiego di questo materiale nei tipi con magnesio-manganese o zinco-nickel con diverse aggiunte di ossidi, ad es. di Co, Al, Cr. Questo impiego si basa sul principio della « giro-risonanza », in quanto gli elettroni, per il loro moto rotatorio (moto spin), si comportano come trottole. La ferrite in conduttori di onde consente anche una modulazione delle onde centimetriche. Viene poi considerato la ferrite con curva di isteresi rettangolare per accumulatori magnetici e come materiale per magneti permanenti. Tt.

**M. Kornetzki — Ferrite « perminvar ».** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 605 a 609, con 6 fig.). 26 d

Negli apparecchi per telecomunicazioni si usano, nel campo di frequenze sino ad alcune centinaia di MHz, bobine con nucleo in ferrite. Si tende ora a ridurre le dimensioni di esse, il che è possibile quando si riducano le perdite nel nucleo. L'A. espone le cause di tali perdite in un campo alternato e vengono poi date le caratteristiche della ferrite « perminvar »; in essa la curva di magnetizzazione non si apre sempre più con l'aumentare dell'intensità del campo, come avviene nella ferrite normale, ma rimane praticamente costante sino ad una certa intensità, e sempre chiusa, e si apre poi innanzi tutto alle estremità, per una certa intensità del campo, detta « di apertura ». Se poi l'intensità continua ad aumentare, la curva si apre a poco a poco anche nel mezzo. Viene poi indicata la causa, per cui l'effetto « perminvar » dipende dalla temperatura. La ferrite speciale considerata ha minori perdite per isteresi e per effetto ritardato della ferrite normale; tale comportamento dipende da una struttura speciale, che, per la magnetizzazione spontanea, determina la formazione di un'anisotropia monoassiale. Ad elevate temperature la forma della curva di magnetizzazione può essere influenzata da un campo magnetico a causa di variazione strutturale. Invece a temperature non troppo alte l'effetto « perminvar » è stabile, ma può essere annullato da un forte campo. Il valore di tale temperatura dipende dalla composizione della ferrite. Tt.



W. Hotop - K. Brinkmann — **Impiego di magneti di ferrite al bario.** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 609 a 615, con 14 fig.). 26 d

La ferrite al bario ( $\text{BaO} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) è stata realizzata nel 1952 per magneti permanenti; essa rappresenta una delle più importanti innovazioni in questo settore dopo l'adozione delle leghe AlNi e Alnico per lo stesso scopo. Gli AA. passano in rassegna le caratteristiche di tale nuovo materiale; esso presenta, rispetto all'Alnico, il vantaggio di non contenere alcuna parte critica in materiali pregiati e di poter essere allestito pertanto in Germania con materie prime di origine interna; inoltre esso non esige un trattamento a caldo per raggiungere la durezza di taglio. L'unico svantaggio offerto dal nuovo materiale è la variazione di caratteristiche con l'aumento della temperatura. Vi sono però molte applicazioni, in cui ciò non conta, come per gli altoparlanti e per i ricevitori telefonici. Gli AA. elencano numerosi altri campi d'impiego di tale materiale, anche per giunti magnetici e per applicazioni meccaniche. Tt.

R. Müller - Th. Wörner — **Ricerche sulla resistenza all'invecchiamento di oli per trasformatori in dipendenza della loro costituzione.** (E.T.Z. (A), 11 settembre 1959, pag. 623 a 628, con 7 fig.). 26 f

La questione della resistenza all'invecchiamento di oli per trasformatori, in dipendenza della loro costituzione, è già stata oggetto di molti studi e ricerche, ma il quadro delle relazioni esistenti in questo settore non risulta ancora del tutto chiaro. Il tentativo di dedurre da alcuni dati, relativi alla costituzione degli oli, una previsione sul loro comportamento, non si può perciò considerare riuscito. I vari valori di invecchiamento, ottenuti in base a processi di misura convenzionali, come fattore di neutralizzazione e saponificazione, contenuto di impurità e fattore di perdite dielettriche, presentano nei diversi oli dati quantitativi diversi. Gli AA. pertanto si propongono di chiarire il collegamento tra i diversi elementi di invecchiamento, così da stabilire particolari caratteristiche strutturali, che influiscono sul loro comportamento in fatto di invecchiamento. Viene in particolare riferito su una quantità di oli per trasformatori di costituzione diversa; gli AA. hanno poi cercato di stabilire le cause dell'aumento del fattore di perdite durante l'invecchiamento. Tt.

K. Thinius — **I termoplasti, moderni materiali dell'elettrotecnica.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 299 a 304, con 9 fig.). 26 f

La chimica delle materie plastiche si è sviluppata in modo tale da costituire un ramo dell'industria, che abbraccia anche i campi dell'ingegneria e della fisica. L'A. esamina la struttura dei polimeri e il comportamento dielettrico dei termoplasti, considerando anche la loro conducibilità e la costituzione chimica; risulta che la prima dipende dalla temperatura; se questa è elevata, la conducibilità è determinata da ioni ed è maggiore, in quanto la viscosità del cloruro di polivinile — il principale rappresentante di questa categoria —, usato nelle masse isolanti di cavi, diminuisce e perciò si hanno processi migratori di ioni. Inoltre la conducibilità è influenzata anche da fattori esterni, come l'acqua, in quanto questa facilita in alcuni termoplasti i processi di cambiamento di posizione delle particelle del materiale considerato. L'A. esamina poi i principali termoplasti e il loro impiego in elettrotecnica: in particolare vengono considerati il cloruro di polivinile, il polietilene e il polistirolo; vengono messi in evidenza i tipi più resistenti al calore. Un particolare cenno è fatto dei poliamidi e dei poliuretani. Diversi poliamidi speciali, ad esempio quello derivato da un aminoacido avente come materia prima l'olio di ricino, sono sensibilmente meno igroscopici e forniscono, come il Rilsan in Francia, un adatto materiale per ottenere molti materiali isolanti. Tt.

H. J. Philipp — **Sull'importanza dei materiali isolanti a base di materie plastiche ad indurimento circa l'ulteriore sviluppo di prodotti elettrotecnici.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 305 a 308, con 6 fig.). 26 f

Malgrado il continuo diffondersi dei materiali termoplasti nell'elettrotecnica, anche i tipi a indurimento hanno conservato la loro posizione e si vanno sempre più affermando in quelle applicazioni, in cui si richiedono masse isolanti resistenti al calore. Particolare attenzione merita il campo dei materiali stratificati a base di resine fenoliche, specialmente per alte tensioni nonché per schemi stampati. Nel campo

delle masse pressate, si tende allo sviluppo di un tipo ai siliconi resistente ad elevata temperatura; si hanno anche tipi ai siliconi a base di tessuto di vetro e di carta d'amianto. Infine si sono realizzati anche materiali isolanti rinforzati con fibre di vetro (GFK) a base di resine epossidi e poliesteri, pure per schemi stampati. Si svolgono ora ricerche su tubi avvolti per la produzione di cilindri ad alta resistenza per camere di esplosione di interruttori per alta tensione. A questo riguardo, si sono sviluppati metodi di prova meglio adeguati alle sollecitazioni pratiche, che si verificano in questo campo. La seta di vetro con vernici epossidi e poliesteri si impiega per ottenere elevati isolamenti di grandi bobine, specialmente di turboalternatori di potenza superiore a 100 MW; come ultimo gruppo di isolanti di questa categoria vengono dall'A. menzionati i prodotti a base di carta e mica usati pure per l'isolamento di bobine di turboalternatori. Tt.

H. Hübner — **Difficoltà ed esigenze nell'impiego di porcellana per alte tensioni.** (Elektrie (già Elektrotechnik), settembre 1959, pag. 340 a 344, con 17 fig.). 26 f

La porcellana viene usata con favore come isolante negli apparecchi per alta tensione per le sue buone caratteristiche elettriche. Ma meccanicamente il suo uso lascia adito ad alcune incertezze, quando le sue sollecitazioni siano elevate, in quanto la sua massima resistenza meccanica non coincide con le condizioni migliori di resistenza elettrica. Per le sollecitazioni meccaniche devono distinguersi due gruppi: quelle dovute all'azionamento dei dispositivi e quelle dipendenti dalle condizioni di clima. La principale sollecitazione meccanica negli isolatori degli apparecchi elettrici è quella per flessione, che può essere più spesso statica, ma in parte anche dinamica, e che è in parte combinata anche con quella per torsione. Nel campo delle sollecitazioni di clima, è stata sempre considerata come importante quella dovuta a cambiamenti di temperatura. È stato però sinora poco considerato l'effetto delle variazioni di temperatura sulle caratteristiche della porcellana e sulle armature degli isolatori. L'A. si propone pertanto di colmare questa lacuna. Ne conclude che per ottenere un'elevata resistenza meccanica, si deve dare la massima attenzione alle armature. Viene poi raccomandato, nella produzione della porcellana, di ottenere una buona costanza e riproducibilità del modulo di elasticità, del fattore di dilatazione termica e della dilatabilità, le quali proprietà esercitano il massimo influsso nelle armature: ciò si potrà realizzare con un ulteriore miglioramento dei materiali ceramici e perciò si dovrà dare la massima attenzione a questi elementi caratterizzanti la qualità della porcellana. Tt.

## MISURE

A. Franz — **Convertitori elettrici delle grandezze di misura, in costruzione sicura per se stessa.** (E.T.Z. (B), 1° settembre 1959, pag. 365 a 367, con 4 fig.). 28 a

I convertitori di grandezze di misura completano la serie degli strumenti esistenti sul mercato per misure in processi di lavorazione con pericolo d'esplosione. Il loro modo di funzionamento, come compensatori automatici di coppia, consente la trasmissione a distanza e l'indicazione di grandezze elettriche e non elettriche. Particolare importanza rivestono tali convertitori per il fatto che tanto il circuito di entrata quanto quello indicativo possono essere in esecuzione sicura per se stessa. Con questo tipo di protezione si sono dischiuse nuove vie nella realizzazione di strumenti di misura; se invero si eseguisce un circuito in modo che l'energia, che vi passa, sia troppo piccola per produrre scintilla, nel caso di interruzione o corto circuito, si possono allora adottare mezzi d'esercizio in forma normale: così viene eliminata la possibilità di eccessivo riscaldamento dei singoli elementi del circuito. Quindi la corrente di corto circuito e la tensione a vuoto dipendono dall'induttanza e dalla capacità del circuito: di qui deriva che uno strumento non può mai essere sicuro per se stesso, ma lo è solo tutto il circuito. Il convertitore di grandezza di misura è basato sul principio della comparazione automatica della coppia. I tipi a coppia hanno, rispetto a quelli a compensazione di corrente, il vantaggio della separazione galvanica dei circuiti di uscita e di entrata. L'A. esamina quali sono gli strumenti, che possono essere resi, in determinati circuiti, sicuri per se stessi e indica come devono essere scelti i relativi convertitori di grandezze di misura. Tt.



**L. Abraham - K. Heumann — Riduttore di compensazione per misure di precisione di elevate correnti continue.** (E.T.Z. (A), 11 settembre 1959, pag. 629 a 632, con 8 fig.). 28 c

Il problema della misura precisa di elevate correnti continue si presenta specialmente nei grandi impianti di elettrolisi, in cui si richiede tale misura per determinare il rendimento del processo chimico. Qui si ha a che fare con correnti di oltre 100 kA, che devono essere misurate con un errore al massimo dell'1‰. Il riduttore di compensazione, descritto nell'articolo, si presta, per la sua elevata precisione, specialmente alla taratura di altri procedimenti di misura in corrente continua: l'errore è compreso fra  $10^{-4}$  e  $10^{-3}$ . La corrente di compensazione può venire misurata direttamente con uno strumento preciso a bobina mobile (classe 0,1) (o con resistenza normale e compensatore) in unità del sistema assoluto di misura e così può essere anche misurata con precisione, nel rapporto del numero di spire, la corrente primaria sottoposta. Tt.

**H. R. Flatt — Voltmetro elettrostatico per alte tensioni.** (A.S.E., 29 agosto 1959, pag. 890 a 897, con 7 fig.). 28 c

Vengono indicati gli elementi costruttivi dei voltmetri elettrostatici per alte tensioni e ne vengono poi esposti i fondamenti teorici, mentre viene fatto un confronto delle forze elettriche e meccaniche, che agiscono sul sistema di misura. La determinazione teorica della forma migliore per gli elettrodi è alla base dei criteri di costruzione di questi apparecchi. Vengono indicati alcuni risultati di misura e vengono poi fatte considerazioni sui metodi di taratura. Col processo di prova indicato, si raggiunge un grado di errore ammissibile nelle misure del  $\pm 0,125\%$ ; nelle misure in corrente continua con spinterometri e divisori di tensione o con misura della tensione primaria, si è ben lontani da una tale precisione. Ma con il diffrattografo elettronico, descritto da Induni, si può realizzare un moderno processo, col quale si può misurare la tensione di taratura con la voluta precisione; tale metodo si presta per la taratura di strumenti per tensione continua elevata. Si può allora garantire la precisione di classe 0,5. Tt.

**W. Frischmann — Precisione dello spinterometro con circuito di misura a elevata tensione alternata.** (Elektrie (già Elektrotechnik), settembre 1959, pag. 322 a 327, con 14 fig.). 28 c

È noto l'impiego degli spinterometri a sfere per la misura di alte tensioni; ma sussiste anche la possibilità di usare contemporaneamente lo spinterometro come capacità di un ripartitore di tensione. Si nota però che possono intervenire errori in misure così realizzate; l'Istituto per l'Alta Tensione del Politecnico di Dresda ha a questo riguardo effettuato ricerche sulle cause di tali errate misure. L'A. si propone però di dissipare i timori sorti circa la precisione delle misure stesse. Si è potuto constatare che è possibile realizzare spinterometri con circuito di misura, i quali consentono di effettuare misure entro i limiti del  $\pm 30\%$ , secondo DIN 57430. La grandezza di un eventuale errore nella misura della tensione dipende dall'adeguamento del circuito di misura, nonché dall'angolo spaziale. L'A. raccomanda poi un completamento del foglio DIN citato, perchè in esso non è contenuta alcuna chiara indicazione, se gli spinterometri considerati possano ritenersi adatti ad una misura di tensione secondo le Norme VDE. Tt.

**H. von Kaler — Avvolgimento smorzatore per galvanometro.** (Elektrie (già Elektrotechnik), settembre 1959, pag. 352). 28 c

Un galvanometro riceve uno smorzamento naturale per mezzo della resistenza di chiusura. Col moto nel campo magnetico, viene indotta nella bobina rotante una tensione, che genera una corrente, la quale ostacola il moto della bobina stessa. Se questo smorzamento naturale non basta, si può conferire alla bobina mobile uno smorzamento addizionale per mezzo di un avvolgimento chiuso in corto circuito. L'A. dà l'equazione di moto, espressa anche in forma abbreviata. I risultati teorici sono stati confermati in un galvanometro a zero; vengono riportati i dati di misura e di esperimento. Tt.

**W. Krug — Misure su lamierini in laboratorio e durante la lavorazione.** (E.T.Z. (A), 1° settembre 1959, pag. 593 a 599, con 12 fig.). 28 d

Negli ultimi anni si è avuto un notevole miglioramento delle caratteristiche magnetiche dei lamierini per macchine

elettriche e i loro processi di produzione sono stati così perfezionati che si è dovuto provvedere anche a migliorare ed ampliare i relativi metodi di misura. Come è noto, compito dei lamierini è quello di realizzare un circuito magnetico per macchine a corrente alternata; si devono stabilire, su campioni in strisce o in lamiera rettangolari, misure atte a definirne le caratteristiche, e precisamente vanno rilevate: l'induzione ( $B_{max}$ ), l'intensità del campo ( $H_{max}$ ), la rimanenza ( $B_r$ ), l'intensità del campo coercitivo ( $H_c$ ), la permeabilità assoluta  $\mu = B_{max}/H_{max}$  nonché le perdite per inversione di campo  $V_{B_{max}}$ . L'A. indica diverse forme di dispositivi di magnetizzazione coi loro avvolgimenti. Per laboratorio il «ferrometro universale» è da considerare lo strumento normale per queste misure. Nelle lavorazioni, per la prova è determinante poter effettuare rapidamente e senza soverchio costo la rilevazione di poche, ma importanti misure di controllo; per questo scopo è stato realizzato il dispositivo di misura tipo Epstein nonché la catena di misura per lamiere intere; il primo però esige il consumo di diverso materiale, mentre la seconda non richiede distruzione di lamierini e consente di rilevare direttamente diverse caratteristiche magnetiche, come  $B_{max}$ ,  $H_{max}$  e  $V_{B_{max}}$ . Per azionare tali dispositivi, occorre impiegare induzione perfettamente sinusoidale; perciò si deve tenere la resistenza del circuito di magnetizzazione la più bassa possibile; la sorgente — generatore, trasformatore o collegamento a rete esterna — deve essere commisurata alla potenza reattiva. Con induzioni di circa 20000 G, i dispositivi di magnetizzazione richiedono circa 2 kVA reattivi per kg di lamierini. Un complesso da 100 kVA consente di regolare la tensione da 30 a 460 V. Tt.

**H. Stephani — Metodo per la prova di bimetalli** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 313 a 315, con 7 fig.). 28 f

I bimetalli sono oggi largamente impiegati, ma nessun Paese ha sinora provveduto ad effettuarne una regolamentazione per mezzo di norme o prescrizioni: d'altra parte sussistono ancora divergenze persino sul significato dell'espressione «termobimetalli». Solo in America, negli ASTM - Standards, è stata data un'esatta definizione in proposito. L'A. esamina poi il progetto di Norme DIN tedesche in preparazione ed espone i metodi di prova per la determinazione dell'incurvamento specifico dei bimetalli. Come misura elementare della sensibilità di un bimetallo, viene considerata la variazione del raggio di curvatura per un dato cambiamento di temperatura. Viene anche ricordato un dispositivo studiato dall'Istituto per materiali metallici speciali di Dresda, che consente di misurare la curvatura anche di strisce bimetalliche molto sottili. Tt.

**O. Dahle — Il pressductor; una cellula indicatrice per alte pressioni per industrie pesanti.** (Asea, 1959, n. 9, pag. 115 a 123, con 16 fig.). 28 f

Il pressductor è un apparecchio per misurare forze, da migliaia a milioni di kg, traducendole in un segnale elettrico. A un apparecchio di tal genere si richiedono vari requisiti: deve essere possibilmente lineare, deve presentare interessi nulla o quanto più piccola è possibile; deve essere praticamente insensibile a influenze di temperatura, tensione e frequenza e deve dare un segnale forte per poterlo trasmettere a distanza; spesso è richiesto che l'apparecchio abbia piccole dimensioni. Dopo alcune considerazioni circa i tipi d'apparecchi finora noti e le loro caratteristiche, l'A. descrive il nuovo apparecchio chiamato pressductor che è fondato sul fatto che la permeabilità di un materiale magnetico è influenzata dalle sollecitazioni meccaniche. Un piccolo pressductor è costituito essenzialmente da un pacchetto di piccoli pezzi quadrati di lamierino da trasformatore, provvisti di 4 fori disposti simmetricamente sulle diagonali; nel pacchetto di lamierini si realizzano così 4 canali entro i quali sono avvolte 2 bobine disposte ad angolo retto fra loro. Il dispositivo può essere considerato come un trasformatore mal fatto nel quale l'accoppiamento fra primario e secondario è nullo. Se il pacchetto viene soggetto a compressione la permeabilità viene ridotta nella direzione della sollecitazione e il flusso tende a deviare proporzionalmente alla forza impressa. Se un avvolgimento è connesso a una sorgente di corrente alternata e l'altro a un voltmetro, questo dà una misura della forza agente. L'A. descrive la realizzazione costruttiva dei dispositivi di misura a pressductor e ne discute le caratteristiche praticamente molto vantaggiose. Si possono ottenere pressductor capaci di misurare pressioni di 1000 kg/cm<sup>2</sup>. Sono citate molte applicazioni: per misure dei pesi, per misure di pressioni nei laminatoi ecc. N.



J. Koenig — **Determinazione di processi di scarica ad alte tensioni.** (Elektrie (già Elektrotechnik), settembre 1959, pag. 327 a 332, con 15 fig.). 28 f

La durata degli apparecchi ad alta tensione dipende in gran parte dal fatto che, qualora in taluni punti di essi si verificano forti intensità di campo, non si abbiano in essi scariche. Occorre pertanto sottoporre già in fabbrica a prove di scarica quelle parti, che possono poi risultarvi sottoposte durante l'esercizio. Il metodo descritto è stato applicato per un impianto di prova a corrente alternata per 2,25 MV, 5 MVA, allestito nella fabbrica trasformatori VEB di Dresda. Nelle prime misure si dovette constatare che i passanti a condensatore sin qui usati non rispondevano alle esigenze imposte dalla prova: si fecero pertanto diligenti ricerche per stabilire le cause della troppo bassa tensione iniziale. L'A. descrive i processi di misura relativi, quelli noti e quello sviluppato ulteriormente per apparecchi ad alta tensione, ed espone il modo di esecuzione di una misura, di cui vengono poi interpretati i risultati. Dopo le misure ai passanti, si passò alla prova dei trasformatori; quelli per prove di isolamento furono trattati con lo stesso processo, mentre il circuito di accoppiamento fu stabilito tra cassone e terra. Per i trasformatori per alta tensione furono necessarie alcune modifiche nel processo di prova, in quanto in essi la prova tra avvolgimenti e spire viene attuata per autoeccitazione col 110% della tensione nominale. Le prove dei trasformatori circa assenza di scariche hanno mostrato che praticamente non si aveva alcun livello-disturbo. Tt.

L. Biétry — **Metodi meccanici ed elettrici di pesatura per bilance di precisione.** (A.S.E., 26 settembre 1959, pag. 973 a 976, con 7 fig.). 28 f

L'A. fa innanzi tutto una rassegna delle esigenze, cui deve rispondere un qualsiasi sistema di pesatura; uno sguardo alle bilance meccaniche ed ai relativi metodi di pesatura costituisce la base per un successivo paragone con le bilance elettriche oggi in uso. Risulta dal confronto che in entrambi i tipi si tratta di dispositivi, che confrontano le coppie costituite dai pesi e dai bracci di leva. Entrambi richiedono pertanto l'impiego di supporti, la cui conformazione influisce sensibilmente sulla precisione delle pesate. Nelle bilance elettriche, le condizioni di funzionamento sono alquanto sfavorevoli per il fatto che in esse non si possono usare che supporti a punta disposti orizzontalmente, i cui coefficienti d'attrito sono sensibilmente superiori a quelli dei supporti a coltello. Invero con una bilancia meccanica con supporti a coltello, si possono effettuare pesate sino a 20 g con una riproducibilità di  $\pm 2 \cdot 10^{-6}$  g, il che non si può ottenere con bilance elettriche. Per questo motivo anche oggi viene data la preferenza ai sistemi di bilance di precisione meccaniche. Tt.

## MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE

H. Meinhardt — **Esigenze circa i motori elettrici di grandi impianti chimici e loro manutenzione.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 293). 29 a

Nei grandi impianti chimici è installato un gran numero di motori elettrici; in qualche stabilimento si arriva a quasi 20000 unità. Poiché i processi chimici sono quasi sempre continuativi, tali motori devono essere previsti per funzionamento ininterrotto: essi devono pertanto essere progettati per una potenza del 10% superiore a quella di carico normale. Inoltre, dato il genere di lavorazioni, conviene che essi siano del tipo chiuso con rotore in corto circuito: infine in molti casi devono essere del tipo a prova di esplosione. Questi motori solitamente comandano compressori, ventilatori e centrifughe: in questo caso sono della massima importanza le caratteristiche di avviamento; inoltre per le centrifughe sono importanti anche le condizioni di frenatura. La protezione dei motori si effettua coi soliti dispositivi. La lubrificazione di questi motori si effettua più spesso con grasso; però, per motori veloci si preferisce quella ad olio. Da ultimo l'A. accenna ai diversi guasti, cui possono andare soggetti i motori considerati. Tt.

A. Grabner — **Macchine asincrone con giogo rotorico massiccio, attivo magneticamente.** (E.U.M., 15 agosto 1959, pag. 369 a 373, con 15 fig.). 29 a

La produzione di energia elettrica nelle centrali che permettono ampia scelta in merito alla loro ubicazione, è legata

al problema di una linea di trasporto non eccessivamente lunga. Può essere pertanto conveniente produrre la potenza attiva nell'immediata vicinanza dell'utente con grandi generatori asincroni, e installare contemporaneamente macchine sincrone di potenza minore, che hanno il vantaggio di una bassa inerzia magnetica, per mantenere la tensione in rete e produrre la necessaria potenza reattiva. Le caratteristiche costruttive di turbomacchine asincrone con avvolgimenti a gabbia mostrano notevoli semplificazioni rispetto al rotore della macchina sincrona. A.C.

J. Hofmann — **Motori per centrifughe.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 294 a 296, con 5 fig.). 29 a

Per il comando di centrifughe si impiegano motori speciali, di solito con rotore in corto circuito, direttamente accoppiati; essi sono pertanto soggetti ad elevate sollecitazioni nello scudo sopportato dal lato dell'accoppiamento. Per assicurarne il raffreddamento, essi sono di solito del tipo a ventilazione forzata. Spesso si impiegano motori a commutazione di poli, specialmente per centrifughe di zuccherifici: in questo caso è particolarmente importante la scelta di un adatto numero di cave nel rotore, anche perché non si verificano ronzii assai sgradevoli durante il passaggio da un numero di poli ad un altro. L'avvolgimento statorico viene di solito effettuato con schema Dahlander, cioè a triangolo-doppia stella; in tal modo le perdite nel ferro ad elevate velocità sono relativamente piccole. L'A. avverte che in linea teorica si potrebbero ottenere condizioni di funzionamento più vantaggiose con un rapporto di polarità diverso da 2:1. Tt.

W. Güttinger — **Il dimensionamento di motori asincroni con l'ausilio di calcolatrici analogiche.** (A.S.E., 26 settembre 1959, pag. 976 a 978, con 3 fig.). 29 a

Sinora ci si è valse scarsamente delle calcolatrici analogiche per il dimensionamento dei motori asincroni, mentre le stesse sono ormai largamente impiegate per circuiti chiusi di regolazione e per sistemi di azionamento, come comandi Ward-Leonard con amplificatori elettronici e magnetici. Invece per sistemi dinamici complicati, con motori asincroni, riesce spesso lungo e laborioso stabilire la potenza e la caratteristica di scorrimento più favorevole. In base ad un esempio semplice, l'A. mostra come convenga l'adozione delle calcolatrici considerate anche per i motori asincroni. Il caso in parola riguarda il fatto che nelle presse e in analoghe macchine operatrici si verifica la necessità di accelerare in brevissimo tempo una parte della macchina, che così fornisce poi un certo lavoro di formazione del pezzo; si deve quindi procedere alla sua frenatura. Per evitare urti di corrente al motore e alla rete, si adotta di solito in tali macchine, dalla parte dell'accoppiamento del motore, un volano. Si deve allora determinare la potenza necessaria del motore, effettuare il dimensionamento del volano e determinare poi la coppia necessaria nel giunto. Si devono anche calcolare le eventuali punte di corrente sulla rete e scegliere la caratteristica più favorevole coppia-velocità. Poiché nella calcolatrice analogica ogni grandezza viene « simulata », si può facilmente controllare l'influsso della variazione di un parametro sulle altre grandezze. L'A. descrive il ciclo di lavoro e lo schema di calcolo e mostra come questo metodo possa essere impiegato anche per determinare le perdite per attrito, il lavoro di deformazione, l'eccentricità di una pressa ed altri elementi di calcolo. Tt.

J. K. Howell — **Protezione termica dei motori, oggi e domani.** (West. Eng., novembre 1959, pag. 182 a 185, con 8 fig.). 29 a

La protezione d'un motore basata sulla misura dell'intensità della corrente assorbita non è più considerata sufficiente, essa non tiene infatti conto della temperatura ambiente e della durata del sovraccarico; è noto che un motore ad induzione può sostenere carichi molto elevati purché di breve durata e trovarsi in condizioni diverse di dispersione del calore a seconda del modo com'è installato. L'impiego d'un relè termico, esterno agli avvolgimenti, risolve solo parzialmente il problema. L'A. descrive un dispositivo moderno di protezione basato sull'impiego dei termistori PTC posti a contatto con gli avvolgimenti del motore e collegati elettricamente con l'interruttore automatico del motore. Il termistore è un dischetto di materiale ceramico speciale, con le due facce metallizzate, la sua resistenza ohmica praticamente non varia finché viene raggiunta una certa temperatura, alla



quale si verifica un brusco aumento della resistenza. Di solito un motore contiene 3 termistori, uno per fase, collegati in serie fra di loro sul circuito di comando dell'interruttore automatico. In generale, basta un raffreddamento di 15 °C nell'avvolgimento del motore per riportare il termistore a contatto nelle condizioni originarie, così da permettere la richiusura dell'interruttore di comando, dopo un tempo compatibile con le caratteristiche termiche del motore. I termistori possono eventualmente agire su dispositivi di segnalazione acustica, invece che sull'interruttore. Per la protezione dei motori accoppiati con le pompe dei pozzi da petrolio, di potenza compresa fra 1,5 e 30 kW, è stato proposto di usare 6 termistori per motore, due per fase, tarati per le temperature critiche degli avvolgimenti di 110 e 125 °C: il primo gruppo di termistori comanda un orologio mentre il secondo gruppo determina lo sgancio dell'interruttore del motore, in più un relè termico sensibile alla corrente assorbita comanda un secondo orologio. Tutti questi dispositivi di controllo sono riportati su un pannello; diversi esemplari di questa apparecchiatura sono stati impiegati, a scopo di ricerca, su motori installati nei campi petroliferi. I.L.

## MOTORI PRIMI

K. H. Fasol — **Misura dei profili delle palette nelle turbine Kaplan.** (E.U.M., 15 ottobre 1959, pag. 496 a 473, con 4 fig.). 30 b

Per una società austriaca produttrice di energia elettrica si presentò il problema di paragonare tra loro, in una centrale, le palette di due turbine Kaplan. Occorreva verificare se esistevano differenze nei profili delle palette. Questo compito, da eseguirsi durante una revisione delle macchine, fu affidato all'Istituto di Macchine Idrauliche dell'Università di Vienna. L'A. ebbe pertanto il compito di mettere a punto e di eseguire la misura, nonché di sviluppare un metodo semplice e preciso che permettesse una rapida misura dei profili delle palette. Nel presente articolo viene appunto descritto questo metodo, che consiste nel montare un apparecchio che permette una riproduzione del profilo su un piano di coordinate da cui risulta facile il paragone con un analogo profilo. Il montaggio dell'apparecchio ed il relativo paragone tra i profili richiede due giorni di tempo. A.C.

## RADIOTECNICA

W. S. Ehrenberg — **Salti di frequenza e fenomeni di interferenza in circuiti accoppiati.** (A.S.E., 10 ottobre 1959, pag. 1009 a 1016, con 12 fig.). 34 c

Viene esaminato il comportamento di due circuiti oscillanti accoppiati nel circuito anodico di un oscillatore. Le frequenze proprie dei due circuiti danno luogo a una variabilità della frequenza di oscillazione con salti di frequenza e fenomeni di interferenza, in caso di uscita di accordo dei circuiti stessi. Lo studio si basa su di una resistenza negativa costante e reale, sostituita all'elemento attivo dell'oscillatore. L'A. non pone limiti all'entità del disaccordo fra i circuiti, al tipo di accoppiamento e alle perdite. L'andamento della frequenza d'oscillazione, in funzione di queste grandezze, risulta in tal modo determinante: l'A. ne esamina la funzione risultante. Viene però stabilita una condizione circa i limiti per l'assenza di salti di tensione. Nel caso di piccole perdite, viene poi stabilito un criterio formale per la mancanza di interferenze e viene determinata la grandezza del salto di frequenza con e senza fenomeni di interferenza. Tl.

W. J. Bray — **Servizio pubblico di radiotelefonía mobile.** (J.I.E.E., Londra, dicembre 1959, pag. 705 a 707, con 3 fig.). 34 v

Il servizio usa frequenze di 160 Mp/s, con radiotrasmettitori di pochi watt ed aereo semplice montati su automobili, per stabilire collegamenti fino a distanze di 25÷32 km con due centri fissi di raccolta nel sud del Lancashire, e da questi con utenti telefonici fissi della zona. Le frequenze dell'onda portante sono diverse di 4,5 Mp/s per la trasmissione dalla automobile al centro di raccolta e viceversa. Due canali di traffico, diversi di 50 kp/s, sono disponibili al centro di raccolta, ed anche di più se le esigenze del traffico lo richiedono. La potenza irradiata dai centri di raccolta è di 35 W, con due

dipoli distinti per la ricezione e la trasmissione. La potenza della stazione mobile solitamente è di 15 W, con un massimo tollerato di 25 W. Il trasmettitore mobile trova posto nel portabagagli dell'automobile, mentre il microfono e l'altoparlante stanno sul cruscotto. L'altoparlante avverte alla voce l'automobilista della chiamata, mentre la conversazione si svolge al microfono. L'apparecchio mobile è fornito da ditte private pagando al Post Office un canone d'abbonamento, in più l'abbonato paga una quota fissa per ogni 3 minuti di conversazione entro la zona d'influenza diretta ed una sopratassa per le comunicazioni fuori zona, in relazione alla distanza, come per conversazioni interurbane. I.L.

## TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE

A. J. Barker — **Sistemi di comunicazione rurale.** (J.I.E.E., Londra, settembre 1959, pag. 507 a 510, con 3 fig.). 38 e

I sistemi telefonici ad onda portante si sono dimostrati molto vantaggiosi nel ridurre il costo delle linee di collegamento nelle zone rurali, per utenti singoli e comunità. Fino a 10 comunicazioni si possono sovrapporre su una stessa linea di collegamento; con l'impiego dei transistor il problema si è ora semplificato notevolmente, così da renderlo vantaggioso, anche economicamente, su distanze d'appena 16 km fino ad 80 km ed oltre, utilizzando linee esistenti non fatte precisamente per funzionare con onde portanti. Le apparecchiature devono assicurare un consumo d'energia minimo e, funzionando a carico continuo, richiedere pochi ricambi a lunga scadenza; i circuiti a transistor consumano da 0,5 a 3 W, a cui si deve aggiungere la corrente microfonica e la potenza occorrente per il comando dei relè e del campanello di chiamata, cioè circa 1 W. In generale la potenza occorrente è fornita da batterie primarie o secondarie, però sono state usate anche le batterie solari ed i generatori a vento. Con opportuni accorgimenti è stata ridotta a 4 kp/s l'ampiezza della banda di frequenze necessaria per ogni comunicazione. L'attenuazione delle linee e l'induzione fra coppie di fili limitano la massima frequenza e quindi il numero di circuiti realizzabili, senza usare ripetitori. La trasmissione su due fili appare più sicura di quella a 4 fili. Il limite superiore della frequenza trasmessa è di 180 kp/s, il che permette d'aggiungere 10 circuiti ad onda portante al circuito a frequenza vocale, senza ripetitori. La trasmissione deve essere accompagnata dai segnali che determinano la scelta dell'abbonato con cui si desidera parlare e controllano la conversazione; ciò s'ottiene con onde a frequenza fissa ed interrompendo l'onda portante, secondo un ritmo preordinato. L'onda portante, oltre a trasmettere la conversione, deve permettere la selezione degli abbonati e la chiamata a campanello. Le soluzioni da adottare sono diverse a seconda che le linee di collegamento sono in cavo od aeree. Gli studi economici, per traffico modesto e brevi distanze, hanno portato all'adozione della trasmissione a doppia banda laterale. I.L.

R. H. Kline — **Comunicazioni telegrafiche a frequenze musicali con transistor per usi industriali.** (West. Eng., novembre 1959, pag. 174 a 177, con 3 fig.). 38 e

L'uso delle frequenze acustiche, in luogo della corrente continua, sui circuiti telegrafici, ha consentito la trasmissione contemporanea persino di 18 comunicazioni, dove prima era possibile solo una, usando una gamma di frequenze da 300 a 3500 p/s. In particolare, si realizzano servizi multipli di telemisure, controllo, supervisione ed altri, d'interesse industriale, su un solo circuito. L'impiego dei transistor ha reso più pratico il sistema, aumentando la sua sicurezza, diminuendo il consumo d'energia ed eliminando molte cause di disturbo caratteristiche delle valvole termoioniche. Il nuovo sistema, indicato con la sigla KA, è stato applicato qualche anno fa per le comunicazioni ad onde portanti su linee d'energia, e viene ora usato più generalmente su circuiti telegrafici comuni, secondo tre versioni diverse: ad onde costanti, a modulazione di fase ed a modulazione d'ampiezza, a seconda delle particolari applicazioni a cui è destinato. I 18 canali possono anche essere realizzati contemporaneamente nei modi ora detti, ad es. con 6 canali per tipo, ed è prevista anche la possibilità di passare facilmente dall'uno all'altro, senza interrompere il servizio. L'A. riporta uno schema sommario di trasmettitore e di ricevitore per frequenze acustiche, secondo il nuovo sistema KA. Molte appli-



cazioni sono già state fatte per controllare i gasdotti, cioè per regolare e misurare il deflusso del gas lungo i condotti, oltreché nelle aziende per la produzione e distribuzione della elettricità e negli impianti per la fornitura d'acqua potabile ed industriale. I.L.

W. A. Holm - F. H. J. van der Poel — **La televisione a colori al servizio dell'insegnamento medico.** (Rev. Philips, Tomo XX, n. 11, pag. 349 a 353, con 6 fig.). 38 f

Nell'insegnamento della medicina si pone il problema di far vedere a un numeroso auditorio l'esecuzione di operazioni chirurgiche: a tale scopo viene attualmente applicata la televisione. Un ausiliario prezioso per rendere anche più efficace la dimostrazione è offerto dalla televisione a colori. Un altro perfezionamento importante realizzato in questi ultimi anni è stato quello degli obiettivi a distanza focale variabile in modo continuo; essi permettono di modificare in modo continuo la grandezza del campo visivo cosicché senza spostare l'apparecchio si può ottenere sia la visione d'insieme sia quella di particolari fortemente ingranditi. Gli AA. descrivono una recente installazione, per l'Università di Marsilia, di un sistema di televisione a colori per immagini proiettate di grandi dimensioni:  $2,70 \times 3,60$  m. Nella sala di operazioni un apparecchio televisivo è fissato alla lampada sopra il tavolo operatorio e osserva l'oggetto sotto una illuminazione di 20000 a 30000 lux, per mezzo di uno specchio piano disposto obliquamente. L'apparecchio televisivo comporta 3 tubi analizzatori funzionanti secondo il principio della fotoconduzione in connessione con specchi diecrici e di filtri che realizzano le 3 immagini rosso, verde e bleu. L'obiettivo ha una distanza focale variabile da 42 a 170 mm cui corrisponde sulla tavola operatoria un campo visivo da 30 a 7,5 cm di diametro. Tanto nella sala operatoria quanto da una sala di regolazione si può, per mezzo di servomotori, ottenere la messa a punto e la regolazione dell'apertura dell'obiettivo. Nella sala di osservazione sono installati 3 proiettori di colore fondamentale. Sullo schermo si ottiene una immagine con luminanza massima di 14 cd/m<sup>2</sup>; funzionando col più piccolo campo visuale si ottiene un ingrandimento di circa 36 volte. L'alimentazione di tutto l'impianto è ottenuta dalla rete con uno stabilizzatore di tensione da 5 kVA. N.

G. Hoffmann — **Un nuovo sistema selettivo per telescriventi con selettori rotanti a motorino in metalli nobili.** (E.T.Z. (B), 21 settembre 1959, pag. 367 a 371, con 3 fig.). 38 g

Da più di 20 anni esiste in Austria l'esercizio selettivo di telescriventi, detto anche « Telex » e da alcuni anni lo stesso sistema è stato esteso anche a servizi internazionali. In parte, gli utenti possono comporre direttamente il numero del corrispondente estero. Da qualche tempo per queste applicazioni è stato realizzato un nuovo sistema selettivo con selettori rotanti a motorino in metalli nobili: viene indicato con la sigla TWM e di esso viene descritto il modo di funzionamento. In diversi stadi di selezione, esso viene equipaggiato con selettori EMD, che vengono aggiustati mediante apposito segno. Il sistema si presta tanto per numeri quanto per tasti: di esso viene analizzato lo schema nonché indicato il modo di funzionamento nell'assunzione delle informazioni selettive. Infine viene esposto il criterio per l'aggiustamento dei selettori, viene illustrata la costituzione dei collegamenti locali e a distanza e vengono esposti i vantaggi d'esercizio. Tt.

## TRASFORMATORI

K. Walther — **Prove ad alta tensione per la costruzione di trasformatori e loro interpretazione.** (Elektrie (già Elektrotechnik), settembre 1959, pag. 333 a 336, con 8 fig.). 39 a

I trasformatori per alta tensione sono soggetti, in diversi punti dei loro avvolgimenti, a tensioni di impulso, prodotte sia dalla tensione di rete sia da scariche di fulmine, le quali sollecitano in modo molto diverso l'isolamento. Per tensioni d'esercizio di 400 kV è necessaria un'accurata ricerca delle condizioni di campo esistenti nel trasformatore, mentre si deve in precedenza procedere a prova dell'isolamento, così

da ricavare poi elementi per la disposizione costruttiva dell'isolamento nonché conclusioni sul trattamento tecnologico degli avvolgimenti stessi. Tt.

I. Popov — **Sui vantaggi economico dell'impiego dei lamierini a grana orientata nella costruzione di trasformatori.** (Elektrie (già Elektrotechnik), settembre 1959, pag. 337 a 339, con 2 fig.). 39 b

L'impiego dei lamierini a grana orientata nei trasformatori ha consentito di ridurre il peso del circuito magnetico e le perdite nonché la corrente a vuoto e di solito anche le perdite di corto circuito, il che viene ottenuto mediante aumento del peso degli avvolgimenti. Ciò porta ad un maggior costo di questi trasformatori, il quale può essere però in generale compensato dalle minori spese d'esercizio. L'A. espone un processo approssimato per un rapido calcolo della convenienza economica per la intera produzione di trasformatori entro un dato numero di  $n$  anni; esso viene poi applicato nel caso concreto della Germania Orientale. Dall'esame esposto risulta la convenienza economica per questo Paese a sostituire interamente, per la produzione dei trasformatori, i lamierini a grana orientata a quelli laminati a caldo. Tt.

W. Matthes - R. Zahorka — **Distorsione della forma della curva di tensione di trasformatori di prova a cagione di armoniche superiori nella corrente di magnetizzazione.** (E.T.Z. (A), 1° ottobre 1959, pag. 649 a 653, con 10 fig.). 39 b

A cagione della concomitanza sfavorevole di induttanze di dispersione e di capacità proprie, i trasformatori di prova possono manifestare frequenze proprie, nel campo di frequenze delle armoniche della corrente di magnetizzazione. Allora la forma della curva in alta tensione subisce distorsioni. Gli AA. indicano le ragioni teoriche di base di tale fenomeno e riferiscono sulle misure effettuate su di un trasformatore di prova in schema a cascata a 4 stadi; con tali misure sono risultate confermate le ragioni teoriche indicate. Se poi si eccita il trasformatore di prova non dalla rete rigidamente connessa, ma direttamente per mezzo di generatori, le condizioni risultano peggiorate per la reazione dei generatori, quando le macchine non siano sovradimensionate. Nella maggior parte dei casi i fenomeni di risonanza, che sono causa della distorsione, possono essere ottenuti per mezzo di un carico capacitivo, inserito prima del trasformatore di prova. Si possono anche opportunamente conformare i nuclei dei trasformatori di prova allo scopo di ridurre al minimo tale distorsione, usando anche nello stesso tempo, per tali nuclei, materiali le cui caratteristiche di magnetizzazione siano pochissimo incurvate nel campo di utilizzazione. Tt.

H. Christl — **Sul comportamento in parallelo di trasformatori di regolazione.** (O.Z.E., ottobre 1959, pag. 528 a 531, con 7 fig.). 39 v

Nella trattazione teorica del comportamento in parallelo di trasformatori di regolazione, che non siano del tutto uguali, entra una quantità di variabili, che insieme influiscono sul funzionamento di tali unità. L'A. tratta innanzi tutto il caso di due trasformatori in parallelo, per i quali indica lo schema equivalente, facendo l'ipotesi che le due unità abbiano la stessa tensione inferiore e che la regolazione si effettui sul lato A.T. Egli mostra che si ottiene la stessa relazione anche se si supponga che le due unità lavorino, in base ad uno schema equivalente indicato, su di una rete rigidamente connessa. Le due relazioni fondamentali, cui egli è giunto, vengono anche rappresentate graficamente. La tensione di corto circuito dei trasformatori varia con la posizione dell'interruttore di regolazione. In base a due esempi trattati nell'articolo, si rileva che ciò si può effettuare senza difficoltà, mentre per un terzo esempio si deve ricorrere ad un valore intermedio. Però la variazione nei trasformatori di regolazione, che lavorano con tensione costante fra le spire, non è per sé sensibile, di guisa che, anche con tensione di corto circuito supposta costante, non si va incontro ad errore troppo grande. Il processo indicato offre, in modo semplice e chiaro, indicazione del comportamento in esercizio di trasformatori di regolazione in parallelo. Tt.

Per il cambio di indirizzo inviare L. 150 unitamente alla fascetta vecchia



## TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE

**K. Scharfe — Costituzione ed esercizio di reti a maglia e di stazioni a bassa tensione in grandi impianti chimici.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 292). **40 c**

L'A. mette in evidenza l'importanza degli impianti di distribuzione a bassa tensione nell'industria chimica, e perciò la necessità di una loro progettazione razionale, allo scopo di ottenere costi di impianto non eccessivi. Per impianti estesi, conviene ricorrere al modello di rete, nel qual caso, salvo esigenze particolari, si può utilizzare un modello a corrente continua anche per reti a corrente alternata. In questo genere di impianti risulta preferibile adottare cavi, alla cui posa si deve provvedere sino dall'esecuzione dei primi lavori di tutto l'impianto. La rete deve rispondere ai due principali requisiti di sicurezza d'esercizio e di economia, cioè ottimo sfruttamento di ogni sua parte e adeguamento ad un aumento di carico. Nella costruzione di reti chiuse, si devono tener presenti alcuni particolari punti di vista circa il dimensionamento delle linee, dei punti di alimentazione, dei trasformatori, delle stazioni di distribuzione in relazione alle esigenze di sviluppo dell'industria chimica. Particolare cura si deve dedicare alla posa dei cavi e al loro carico. Per quest'ultima esigenza è stato realizzato un nuovo metodo, che consente di sorvegliare e registrare, in modo semplice, la temperatura dei conduttori. Si devono poi considerare le condizioni di corto circuito a terra, specialmente in relazione alla possibilità di sfasamenti di tensione. L'A. esamina da ultimo la progettazione di stazioni di trasformazione in reti a maglia. **Tr.**

**L. Azzone — Alcune considerazioni sulla progettazione di una rete di distribuzione di energia elettrica in un grande centro urbano.** (L'En. Elett., settembre 1959, pag. 788 a 795, con 7 fig.). **40 c**

La progettazione di una rete di distribuzione va impostata tenendo conto principalmente dei seguenti fattori: potenza da impegnare in rete; schema di funzionamento della rete; potenza trasmissibile e incremento di carico; costo di impianto e di esercizio; continuità del servizio. Nel caso di un centro urbano l'A. propone di distinguere 4 zone: intensiva, semiintensiva, semiestensiva, estensiva assegnando a ciascuna un certo numero di m<sup>3</sup> di costruzioni per ettaro e considerando che occorra mediamente in cabina una potenza installata di 4 VA per m<sup>3</sup> di costruzione. L'A. riassume i dati indicativi medi per le 4 zone: potenza installabile, numero di cabine per km<sup>2</sup>, area di influenza di una cabina, raggio medio di azione di una cabina. Determinato il numero delle cabine si può passare al progetto della rete a media tensione tenendo conto della contemporaneità dei carichi. A questo proposito l'A. espone molte considerazioni con riferimento ai fattori di prelievo e ai fattori di contemporaneità, con riferimento ai vari utenti tipo: abitazioni (di lusso, civili, popolari), negozi, uffici, servizi generali dello stabile; vengono anche riportati valori numerici medi. L'A. passa poi a illustrare il sistema di distribuzione detto con rete a maglie di anelli aperti, per media tensione, illustrandone la costituzione e la funzionalità, il dimensionamento, la selettività delle protezioni ecc. Passa poi a considerare la rete a bassa tensione esponendo analogamente concetti e direttive generali, e infine si occupa delle colonne montanti negli stabili di un grande centro urbano presentando 3 tipi di schemi principali; per ciascuno di essi sono esposte le caratteristiche principali e le direttive per la scelta dello schema più conveniente secondo le condizioni locali. **N.**

**G. Prade — Protezioni combinate contro sovracorrenti e sovratensioni rappresentano la misura di sicurezza più efficace per un impianto.** (E.U.M., 1° settembre 1959, pag. 408 a 414, con 14 fig.). **40 d**

L'A. inizia l'articolo illustrando le misure di sicurezza oggi in uso contro incidenti e casi di incendio. Le più antiche misure di sicurezza sono infatti rappresentate dalla messa a terra e dalla presenza del neutro: ambedue comportano però svariate difficoltà per la loro esecuzione. L'A. descrive quindi le caratteristiche e le modalità di esercizio delle apparecchiature di protezione contro sovracorrenti e contro sovratensioni, mettendone in luce relativamente vantaggi e svantaggi. Una combinazione delle due è di notevole interesse, soprattutto per impianti con resistenza di terra variabile, come ad esempio cantieri di costruzioni, ecc. Un ulteriore vantaggio della combinazione tra i due tipi è rappresentato

dalla facilità di installazione anche in impianti già esistenti. L'A. termina l'articolo illustrando a mezzo di fotografie, le caratteristiche costruttive dell'apparecchio in questione. **A.C.**

**G. W. Bills — Trasmissione di energia elettrica nello spazio.** (Elec. Eng., ottobre 1959, pag. 1021 a 1024, con 1 fig.). **40 v**

L'A. considera un veicolo spaziale con equipaggio umano a bordo e si pone il problema della fornitura di energia per i relativi servizi. I dispositivi utilizzatori dell'energia solare non sembrano adeguati per potenze superiori a 10 kW; le uniche sorgenti che si presentano possibili sono centrali nucleari o sostanze radioattive. Per ottenere potenze dell'ordine di 100 kW non pare praticamente possibile arrivare ad accumulare isotopi radioattivi in quantità sufficiente. Restano gli impianti nucleari: questi però impongono la protezione dell'equipaggio mediante schermatura. Per ridurre il peso di questa bisognerà allontanare l'impianto nucleare il più possibile e si pone allora il problema della linea di trasmissione. Il problema si pone anche per eventuali basi lunari o in orbita. Le linee di trasmissione andranno studiate principalmente sotto l'aspetto del peso; il vuoto spaziale serve come mezzo isolante e per altitudini oltre 150 km non c'è da preoccuparsi per il fenomeno corona o per scariche superficiali. Considerando la linea in se stessa, l'A. discute anzitutto l'impiego di corrente alternata o continua e ritiene preferibile quest'ultima per varie ragioni: si presta alla generazione diretta per via termoionica o termoelettrica; attualmente sono disponibili apparecchi rapidi e sicuri per convertire corrente continua in alternata o per variare la frequenza: a bordo dei veicoli spaziali si potrà avere bisogno di corrente alternata di varia frequenza; non nascono problemi di stabilità, di cadute di tensioni induttive, di effetto pellicolare ecc. Come materiale conduttore l'alluminio è preferibile per ragioni di peso. Il proporzionamento dei conduttori dovrà farsi in base alla caduta di tensione ammissibile, alle perdite ohmiche e alla temperatura massima tollerabile. Un criterio può essere quello di far funzionare i conduttori alla massima temperatura possibile. **N.**

## TRAZIONE E PROPULSIONE

**F. Nouvion — La trazione elettrica in Francia, la sua prossima evoluzione e la sua diffusione nel mondo.** (Bull. Soc. Franç. Elec., ottobre 1959, pag. 621 a 643, con 27 fig.). **41 a**

La lunghezza delle linee ferroviarie francesi elettrificate arriva attualmente a 6400 km, rappresentando il 16% dello sviluppo dell'intera rete e il 50% del traffico totale. Per il 1970 si prevede di arrivare a 10300 km di linee elettrificate, assorbendo l'82% del traffico totale. Il fattore di potenza delle linee monofasi è buono ed è risultato di 0,932 nel 1958 per un parco di locomotive comprendente il 35% di macchine CC a gruppi ruotanti, 15% di macchine BB a motore monofase e 50% di macchine a raddrizzatori. In parecchi diagrammi sono illustrati dati statistici e risultati di esercizio di vari tipi di locomotive. L'A. descrive poi in particolare la locomotiva BB 16500 che definisce la forma più economica di locomotiva elettrica universale, caratterizzata da un solo motore di trazione per carrello e da un doppio rapporto di ingranaggi. Espone poi una quantità di considerazioni sulle direttive della tecnica francese rispetto ai problemi più importanti che riguardano la trazione elettrica: aderenza e mezzi per aumentarla; elementi costruttivi meccanici ed elettrici delle locomotive, motori di trazione, locomotive polifase, installazioni fisse, elettronica ecc. Sono forniti molti dati tecnici e riportati schemi, circuiti, curve caratteristiche ecc. L'articolo costituisce un quadro completo della tecnica francese nel campo della trazione elettrica nelle sue condizioni attuali e nelle sue prospettive di ulteriore sviluppo. **N.**

**R. Germanier — Comando automatico a trasduttore per l'avviamento di automotrici a corrente alternata.** (A.S.E., 24 ottobre 1959, pag. 1053 a 1061, con 19 fig.). **41 e**

L'A. descrive un comando automatico per automotrici a corrente alternata, comprendente un trasduttore, che funziona come generatore d'impulsi regolabile nel tempo. Viene data una descrizione del modo di funzionamento degli ele-



menti e dell'insieme del comando. Scopo di esso è soprattutto quello di realizzare un avviamento quanto più possibile rapido dei motori, senza comprometterne la durata, limitando la corrente d'avviamento ad un valore ben determinato, ad es. al 170 % della corrente in funzionamento orario. Inoltre, per automotrici per trasporto di passeggeri, l'accelerazione massima non deve superare un valore compatibile colla comodità degli stessi. I motori sono alimentati attraverso trasformatori con prese sul lato bassa tensione; a mano a mano che la velocità aumenta, i motori devono essere connessi a prese di tensione crescente per mezzo di contattori e di bobine di inserzione. Nel funzionamento degli elementi del comando, si distinguono alcuni di questi, detti logici, e per essi vengono usati simboli grafici studiati dal CES (Comitato Elettrotecnico Svizzero); sono appunto i relè e i complessi di relè, che possono essere rappresentati con simboli logici, a ciascuno dei quali corrisponde una funzione elettrica ben definita. Un cenno particolare è fatto del trasduttore funzionante come relè a tempo, munito di avvolgimento di subordinazione, le cui amperspire sono proporzionali alla tensione d'uscita e dello stesso senso di quelle d'autoeccitazione. Tale trasduttore funziona anche come generatore di impulsi. Viene poi dato un esempio di applicazione del comando installato su di un'automotrice monofase delle Ferrovie Federali Svizzere. Tt.

**Münch — Impianti per produzione di energia elettrica a bordo di moderni aeroplani.** (Elektrie (già Elektrotechnik), luglio 1959, pag. 279). 41 m

Il quantitativo di energia elettrica richiesto a bordo degli aeroplani va sempre aumentando. Oggi si arriva già a 200 kW e, per apparecchi di lunga crociera, si prevede di arrivare prossimamente a 300 kW di potenza installata. Bisogna poi tener presente che, per ragioni di sicurezza, occorre poter disporre di una riserva del 100 %. Tale notevole incremento è dovuto al continuo estendersi dell'automazione nei comandi e alla crescente eliminazione del ferro a bordo. Si è dovuto perciò aumentare anche la tensione di distribuzione a bordo; pur offrendo il sistema a corrente continua alcuni vantaggi, si è constatato essere più conveniente dare la preferenza alla corrente alternata. Si è per altro arrivati alla decisione di adottare per bordo una frequenza più elevata di quella industriale, e precisamente quella di 400 Hz, pur mantenendo la tensione in limiti modesti di 115/200 V. Tt.

**R. Kauczor — Moderni apparecchi radio negli aeroplani per servizi civili.** (Elektrie (già Elektrotechnik), luglio 1959, pag. 280). 41 m

L'A. si occupa solo degli apparecchi radio per aeroplani di linee civili con medie distanze, aventi pertanto una portata massima di 3000 km. Gli apparecchi radio di bordo devono offrire, in grado maggiore di quelli terrestri, sicurezza di funzionamento, più rapida possibilità di cambiare frequenza e riduzione di peso e di ingombro: la frequenza viene aggiustata in modo digitale, così da evitare la necessità di leggere strumenti per effettuare l'aggiornamento. Il normale scambio di informazioni viene effettuato ad onde ultracorte comprese tra 118 e 136 MHz. L'intervallo di frequenza fra le singole stazioni è stabilito in 50 kHz, di guisa che a bordo degli aeroplani devono essere ottenute 360 stazioni-canale. La rotta viene mantenuta su percorsi fissi per mezzo di radiofari a onde medie nonché a onde ultracorte rotanti. Per i primi viene usata a bordo la radio-bussola automatica, con la quale però si può stabilire solo la direzione verso il radiofaro, mentre coi secondi si riceve, come informazione aggiuntiva, la direzione nel cielo. Però questi radiofari non sono adatti per gli apparecchi a reazione, poichè questi volano a grandi altezze: qui bisogna invece ricorrere ai radar. Particolarmente difficile è l'atterraggio in volo cieco; invero da 50 m di altezza sino a terra, bisogna sempre ricorrere al volo a vista. Per l'avvicinamento si usa ormai quasi ovunque un radar di precisione, definito internazionalmente con la sigla PAR, in cui, con l'ausilio di un'immagine intermedia automatica, si può stabilire con buona approssimazione la posizione dell'aeroplano. Tt.

**G. Lochmann — Impianti elettrici per automezzi.** (Elektrie (già Elektrotechnik), luglio 1959, pag. 276). 41 v

L'A. fa il punto sulla situazione attuale nella Germania Orientale circa lo sviluppo dell'industria degli equipaggiamenti elettrici per autoveicoli e indica poi i nuovi compiti di tale industria nel quadro di un ulteriore sviluppo di tali equi-

paggiamenti. Attualmente si sente in tutto il mondo la necessità di assicurare al guidatore una maggiore facilità di manovra con l'avviamento automatico per mezzo di servomotori, pneumatici, idraulici od elettrici, questi ultimi azionati per mezzo di relè e resistenze. Inoltre per la dosatura della benzina al motore, i dispositivi meccanici non hanno potuto affermarsi per i piccoli motori, poichè la regolazione del quantitativo di carburante e la durata di alimentazione devono essere nel giusto rapporto con la velocità del motore, con il quantitativo di aria aspirata e con la temperatura del motore. Anche qui l'elettrotecnica potrà esercitare un notevole influsso. Finalmente è di attualità l'accensione elettronica: un generatore in alta frequenza viene inserito al momento opportuno nella bobina di accensione, che forma un tutto unico con la candela. Il momento d'accensione varia con la velocità del motore e con il quantitativo di aria aspirata. Poichè con i soliti sistemi di accensione è notevole la spesa per la produzione della tensione e per la relativa regolazione, l'accensione elettronica potrà efficacemente fare concorrenza al metodo tradizionale. Tt.

## VARIE

**R. Meier — Sulle scambievoli relazioni tra elettrotecnica e chimica.** (Elektrie (già Elektrotechnik), agosto 1959, pag. 282 a 285). 42

Con molti esempi vengono indicate le possibilità di impiego delle materie plastiche in elettrotecnica. È noto che questi prodotti non rappresentano ancora un punto d'arrivo, ma che, soprattutto, circa la resistenza al calore e ad altre caratteristiche tecniche, connesse con il costo, c'è da svolgere ancora un notevole lavoro. Inoltre i prodotti già esistenti sono suscettibili di notevoli miglioramenti nelle loro caratteristiche. Le officine chimiche Buna della Germania Orientale mirano a raggiungere tali perfezionamenti per poter rispondere alle esigenze delle applicazioni elettrotecniche. Si nota un sempre più stretto reciproco influsso tra i due rami della tecnica, chimica ed elettrotecnica, e l'A. augura che essi divengano sempre più fecondi per il progresso generale. Tt.

**E. Wüster — L'adeguamento internazionale delle espressioni tecniche.** (E.T.Z. (A), 11 agosto 1959, pag. 550 a 552). 42

La necessità di un'unificazione internazionale delle espressioni tecniche è ormai sentita negli ambienti interessati; ma essa non deve limitarsi alla forma esteriore (parole e simboli). Il significato, la definizione e il contenuto concettuale di una data espressione devono essere introdotte nelle relazioni tecniche internazionali. A questo riguardo, dal 1955 è stato studiato nel Comitato Tecnico «Terminologia» dell'ISO — Organizzazione internazionale di unificazione — un apposito progetto. Circa la forma esteriore, si deve tendere all'uguaglianza del simbolo e non della parola. Si deve elaborare una «chiave di terminologia», in cui siano sistematicamente raccolti gli elementi lessicali delle espressioni tecniche internazionali. Tale chiave soltanto può costituire anche la base di una lingua internazionale di pieno valore terminologico. L'Unione internazionale delle Associazioni degli Ingegneri (FEANI) ha approvato una decisione, in cui si invita l'ISO a promuovere energicamente l'attuazione di una tale unificazione internazionale. Tt.

**L'interessamento dei Soci per l'AEI si dimostra colla puntualità nel pagamento della quota alle Sezioni. L'art. 16 dello Statuto stabilisce che la quota deve essere versata entro il 31 Marzo di ogni anno.**